

No. 10.10

## Serviceanleitung

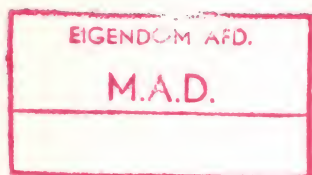


## Selektiver Pegelmessgerät

## SPM-6

für koaxiale und symmetrische Spannungs- und Pegelmessungen  
im Frequenzbereich 6 kHz bis 18,6 MHz bzw. 6 kHz bis 620 kHz

# Anschriften



## Stammhaus:

Verwaltung, Laboratorien  
und Fertigung  
7412 Eningen bei Reutlingen  
Mühleweg 5

Telefon (07121) 32 26  
Telex 0729-833/wug d  
Telegramme  
Frequenz Reutlingen

Postanschrift  
WANDEL u. GOLTERMANN  
7410 Reutlingen, BRD  
Postfach 259

## Vertretungen und Technische Büros

### Frankfurt/Main

Ingenieurbüro für Elektronik  
6000 Frankfurt-Rödelheim  
Breidensteiner Weg 74  
Telefon: (0611) 78 49 65

### Hamburg

Ingenieurbüro für Elektronik  
2000 Hamburg-Rahlstedt  
Travemünder Stieg 26  
Telefon: (0411) 6 77 38 31

### Köln

Ingenieurbüro für Elektronik  
5000 Köln-Dellbrück  
Thielenbrucher Allee 5  
Telefon: (0221) 68 21 58

### München

WANDEL u. GOLTERMANN  
Technisches Büro München  
8000 München 21  
Valpichlerstraße 31  
Telefon: (0811) 58 13 43

### Reutlingen

WANDEL u. GOLTERMANN  
Technisches Büro Süd-West  
7410 Reutlingen  
Postfach 259  
Telefon: (07121) 32 26  
App. 230

### Stuttgart

WANDEL u. GOLTERMANN  
Technisches Büro Stuttgart  
7000 Stuttgart-S  
Zellerstraße 8  
Telefon: (0711) 60 45 98

### West-Berlin

Ingenieurbüro für Elektronik  
1000 Berlin-Charlottenburg 19  
Kastanienallee 9b  
Telefon: (0311) 3 04 73 49

weitere Vertretungen in 50 Ländern

EIGENDOM AFD.

M.A.D.

12 FEB. 1971



SELEKTIVER PEGELMESSER SPM-6

unsymmetrisch 6 kHz bis 18,6 MHz  
symmetrisch 6 kHz bis 620 kHz

Service-Anleitung 341 D...

1.3.69 Hn

0.3.7.70 1889 GN v. 1787

Änderungen vorbehalten

**Wandel u. Goltermann · 7410 Reutlingen**



## INHALT

6. VORBEMERKUNGEN ZUR SERVICEANLEITUNG . . . . .	6-1
6.1. Schaltelemente-Schlüssel . . . . .	6-1
6.2. Baugruppenverbindungen . . . . .	6-1
6.3. Abkürzungen und Symbole . . . . .	6-2
6.4. Farbschlüssel . . . . .	6-2
6.5. Wichtige Anmerkungen zu den Stromlaufplänen im Anhang . . . . .	6-3
6.5.1. Belastbarkeit der Widerstände . . . . .	6-3
6.5.2. Elektrodenkennzeichnung von Dioden und Transistoren . . . . .	6-3
6.6. Hinweise für Ersatzteilbestellungen . . . . .	6-4
6.7. Verwendete Meßmittel . . . . .	6-5
7. SCHALTUNGSBESCHREIBUNG . . . . .	7-1
7.1. Die Funktion des Geräts anhand des Gesamt-Blockschaltplans . . . . .	7-1
7.1.1. Weg des Meßsignals . . . . .	7-1
7.1.2. Automatische Pegeleichung . . . . .	7-2
7.1.3. Übersteuerungskontrolle . . . . .	7-6
7.1.4. Frequenzerzeugung . . . . .	7-7
7.2. Zusammenarbeiten verschiedener Baugruppen . . . . .	7-9
7.2.1. Phasenregler nach dem Abtastprinzip . . . . .	7-9
7.3. Die Baugruppen des Geräts . . . . .	7-15
7.3.1. Eingangsteil ① . . . . .	7-15
7.3.2. Eingangsverstärker und 19-MHz-Tiefpaß ② . . . . .	7-16
7.3.3. Mischer I ③ . . . . .	7-16
7.3.4. 24-MHz-Bandpaß, Mischer II, 2-MHz-Bandpaß ④ . . . . .	7-17
7.3.5. Mischer III und 120-kHz-Bandpaß ⑤ . . . . .	7-18
7.3.6. Mischer IV und 10-kHz-Bandpaß ⑥ . . . . .	7-19
7.3.7. Teiler und ZF-Verstärker ⑦ . . . . .	7-19
7.3.8. Ausgangsschaltung ⑧ . . . . .	7-23
7.3.9. Eichtaktgeber ⑨ . . . . .	7-26



7.3.10. Empfindlichkeitschalter (10)	7-28
7.3.11. 1-MHz-Oszillator und Impulsformer (11)	7-28
7.3.12. Interpolations-Oszillator (12)	7-28
7.3.13. Pilotfrequenz-Oszillatoren (13)	7-29
7.3.14. Rastoszillator (14)	7-29
7.3.15. Interpolationsmischer und Trennstufe (15)	7-30
7.3.16. Trägeroszillator (16)	7-30
7.3.17. Frequenzbereichschalter (17)	7-31
7.3.18. 22-MHz-Oszillator (18)	7-31
7.3.19. 2,11-MHz-Oszillator (19)	7-32
7.3.20. Frequenzteiler (20)	7-32
7.3.21. Abstimmunzeige (21)	7-33
7.3.22. 24-MHz-Eichoszillator und Eichbegrenzer (22)	7-34
7.3.23. Eichmischer und Trennstufe (23)	7-35
7.3.24. Trennstufen für Fremdsteuerung (24) (Serie A: Weiche)	7-36
7.3.25. Spannungsregler (25)	7-36
7.3.26. Demodulator-Zusatz (26)	7-39
7.3.27. Netzteil (27)	7-39

## 8. HINWEISE ZUR REPARATUR UND FEHLERSUCHE . . . . . 8-1

8.1. Demontage des Geräts . . . . .	8-1
8.1.1. Lösen der Geräteabdeckungen . . . . .	8-1
8.1.2. Entfernen eines Bedienungsknopfes . . . . .	8-1
8.1.3. Ausbau der Frontplatte . . . . .	8-1
8.1.4. Öffnen und Ausbau des Klappchassis . . . . .	8-2
8.1.5. Ausbau gedruckter Schaltungen . . . . .	8-2
8.1.6. Deckel mit gefiederten Abschirmungen . . . . .	8-2
8.1.7. 24-MHz-Oszillator . . . . .	8-3
8.1.8. Lösen der Deckel vom Eingangsteil . . . . .	8-3
8.1.9. Netzteil ausbau . . . . .	8-3
8.2. Pflege von Geräteteilen . . . . .	8-3
8.2.1. Antrieb des Interpolationsoszillators . . . . .	8-4
8.2.2. Reinigung des Empfindlichkeitschalters . . . . .	8-4

8.3. Sicherheitsmaßnahmen . . . . .	8-5
8.3.1. Reparaturen am Netzteil . . . . .	8-5
8.4. Lage der Baugruppen, Abgleichelemente und Testpunkte im Gerät . . . . .	8-7
8.5. Tabellen und Pläne zur systematischen Fehlersuche .	8-13
8.5.1. Fehlersuchpläne . . . . .	8-15
8.5.2. Pegelplan . . . . .	8-33
8.5.3. Oszillogramme . . . . .	8-35
 9. NACHPRÜFEN WICHTIGER TECHNISCHER DATEN DES GERÄTS . . . . .	 9-1
9.1. Frequenz . . . . .	9-1
9.1.1. Unsicherheit der 1-MHz-Normalfrequenz . . . . .	9-1
9.1.2. Interpolationsoszillator, Frequenzbereich . . . . .	9-2
9.1.3. Unsicherheit der Frequenzeinstellung zwischen zwei 10-kHz-Eichpunkten . . . . .	9-2
9.2. Pegel . . . . .	9-4
9.2.1. Absolutwert und Frequenzabhängigkeit der Pegelanzeige im Bereich 0 dB (0 Np) . . . . .	9-4
9.2.2. Teilerfehler . . . . .	9-5
9.2.2.1. Direkte Messung . . . . .	9-5
9.2.2.2. Indirekte Messung . . . . .	9-6
9.2.3. Skalenteilungsfehler . . . . .	9-9
9.3. Selektion . . . . .	9-10
9.4. Zwischenfrequenz- und Spiegelwellendämpfung . .	9-11
9.4.1. Zwischenfrequenzdämpfung . . . . .	9-11
9.4.2. Spiegelwellendämpfung . . . . .	9-12
9.5. Trägerrest und Klirrdämpfung . . . . .	9-13
9.5.1. Trägerrest Mischer I . . . . .	9-13
9.5.2. Klirrdämpfung . . . . .	9-13



10. ABGLEICHANWEISUNGEN . . . . .	10-1
10.1. Spannungsregler (25) . . . . .	10-1
10.2. Frequenz des 1-MHz-Oszillators (11) . . . . .	10-1
10.3. Einstellen von Frequenz und Ziehbereich der Oszillatoren mit Phasenregelung . . . . .	10-2
10.3.1. 22-MHz-Oszillator (18) . . . . .	10-2
10.3.2. 24-MHz-Eichoszillator (22) . . . . .	10-2
10.3.3. Rastoszillator (14) . . . . .	10-3
10.3.4. Trägeroszillator (16) . . . . .	10-3
10.3.5. Ausmessen des Ziehbereichs der Oszillatoren mit Phasenregelung . . . . .	10-4
10.4. Frequenz der Pilotoszillatoren (13) . . . . .	10-4
10.5. Frequenz des Interpolationsoszillators (12) . . . . .	10-5
10.6. Frequenz der Oszillatoren im Demodulator- Zusatz (26) . . . . .	10-6
10.7. Kontrolle und Abgleich der Logarithmier-Schaltungen (8) . . . . .	10-7
10.7.1. Kontrolle . . . . .	10-7
10.7.2. Abgleich . . . . .	10-7
10.8. 10-kHz-Bandpaß, Abgleich . . . . .	10-9
10.9. Arbeitspunkt des Regelverstärkers in der Ausgangsschaltung (8) . . . . .	10-11
10.10. Abgleich der Referenzspannung und des Eichpegels . . . . .	10-11
10.11. Frequenzabhängigkeit der Pegelanzeige . . . . .	10-12
10.12. Einstellen von Klirrdämpfung und Trägerrest des 1. Umsetzers . . . . .	10-12

#### Getrennter Anhang

Blockschaltplan  
 Stromlaufpläne  
 Bestückungszeichnungen  
 Schalteillisten



## **6. VORBEMERKUNGEN ZUR SERVICEANLEITUNG**

## 6. VORBEMERKUNGEN ZUR SERVICEANLEITUNG

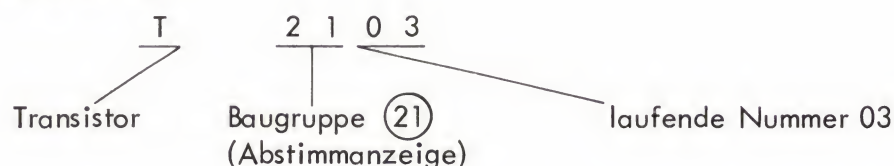
Die nachfolgenden Abschnitte 6.1. bis 6.6. erläutern die im Serviceteil verwendeten Abkürzungen, Symbole und Schemata.

Die tabellarische Aufstellung der verwendeten Meßmittel in Abschnitt 6.7. stellt den minimalsten Meßgeräteaufwand für alle in der Serviceanleitung aufgeführten Messungen dar.

### 6.1. Schaltelemente-Schlüssel.

Die einzelnen Baugruppen sind durch eine individuelle Nummer gekennzeichnet, z. B.

②① Abstimmmanzeige. Die Positionsnummern aller in dieser Baueinheit vorkommenden Schaltelemente beginnen mit den Ziffern 21. Die beiden nachfolgenden Zifferndekaden dienen der fortlaufenden Numerierung der Bauelemente wie z. B. 01 im Widerstand R 2101 oder 23 im Kondensator C 2123 usw., der vorgesetzte Buchstabe zeigt das betreffende Bauelement an.

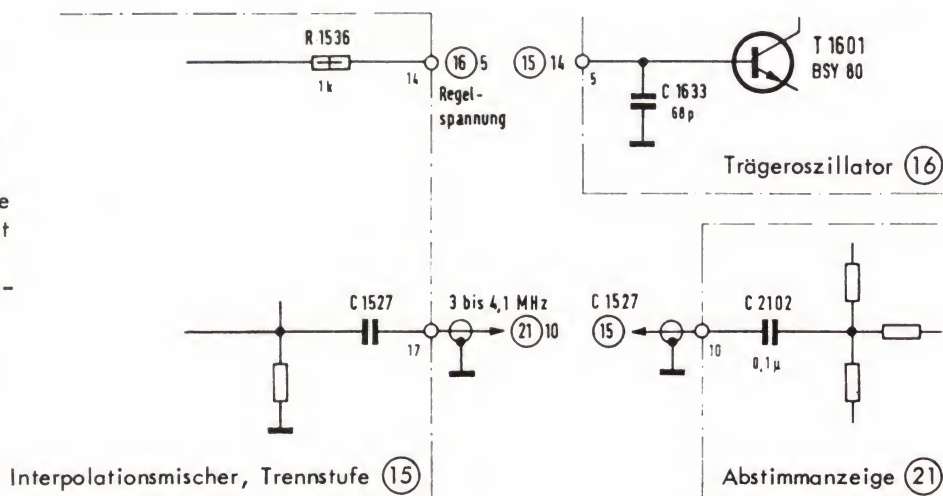


Die verwendeten Abkürzungen zur Kennzeichnung der Bauelemente sind im Abschnitt 6.3. zusammengestellt.

### 6.2. Baugruppenverbindungen

Da die Stromlaufpläne im Anhang für jede Baugruppe getrennt gezeichnet sind, müssen alle Zuleitungen zu anderen Baugruppen deutlich erkennbar sein. Die nachstehende Skizze erläutert das hier angewandte Verfahren zur Kennzeichnung.

In der nebenstehenden Skizze führt eine Verbindung vom Punkt 14 des Bausteins ⑮ zum Punkt 5 des Bausteins ⑯ und eine abgeschirmte Verbindung vom Punkt 17 des Bausteins ⑮ zum Punkt 10 des Bausteins ②①.



### 6.3. Abkürzungen und Symbole

Aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit werden im Text und in den Stromlaufplänen für die Bauelemente folgende Abkürzungen und Symbole verwendet :

Batterie	B		Quarz	Q	
Buchse	Bu		Relais	Rel	
Diode, Gleichr. Gl			Relaiskontakt	rel	
Z-Diode			Schalter	S	
Kapazitätsvariationsdiode			Sicherung	Si	
Induktivität	L		Signallampe	SL	
Anzeigedisplay	J		Transistor	T	
Kondensator	C		Übertrager	Ü	
Potentiometer	P		Widerstand	R	
			Heißleiter		

### 6.4. Farbschlüssel

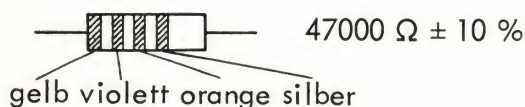
Farbcode für Widerstände und Kondensatoren.

Farbe	1. und 2. Punkt	3. Punkt	4. Punkt	5. Punkt <sup>1)</sup>
	1. und 2. Ziffer	Zahl der Nullen	Toleranz in %	Betr.-Spg. in V
schwarz	0	0	—	—
braun	1	1	1	100
rot	2	2	2	200
orange	3	3	3	300
gelb	4	4	4	400
grün	5	5	5	500
blau	6	6	6	600
violett	7	7	7	700
grau	8	8	8	800
weiß	9	9	9	900
gold		$\times 0,1^2)$	5	1000
silber		$\times 0,01^2)$	10	2000
ohne Farbe			20	500

<sup>1)</sup> nur bei Kondensatoren

<sup>2)</sup> Multiplikator für Werte unter 10

Bei Kondensatoren werden die Farbpunkte häufig in einem Pfeil angeordnet, gezählt wird vom Schaft zur Pfeilspitze.  
Bei Widerständen werden die Farbpunkte oder Farbringe von außen her gezählt. Häufig wird auch der Widerstandskörper als 1. Farbpunkt benutzt, als zweiter Punkt eine Kappe. Der dritte Punkt (Anzahl der Nullen) wird als Punkt oder Ring auf dem Widerstandskörper aufgetragen (entfällt, wenn Farbe mit der Grundfarbe übereinstimmt). Zur Kennzeichnung der Toleranz wird die zweite Kappe benutzt.



Abkürzungen der Schalt drahtfarben

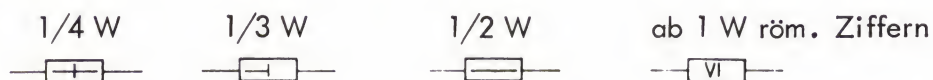
bl	blau
bk	blank
br	braun
fl	farblos
ge	gelb
gn	grün
gr	grau
rs	rosa
rt	rot
Schirm	Schirm
sw	schwarz
vio	violett
ws	weiß
wsbl	weiß blau
wsbn	weiß braun



## 6.5. Wichtige Anmerkungen zu den Stromlaufplänen im Anhang

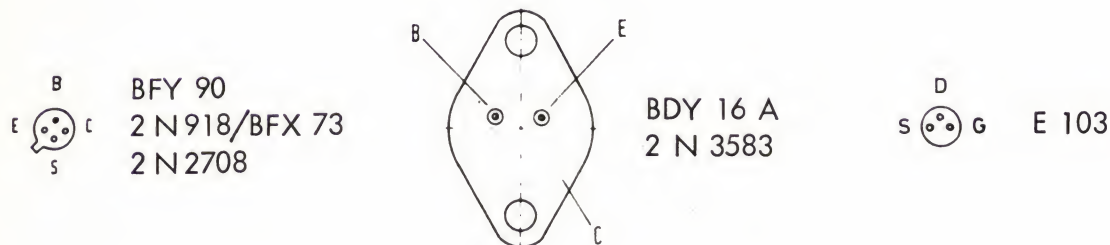
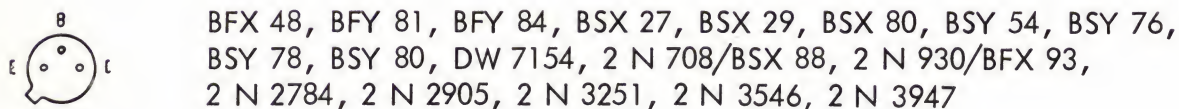
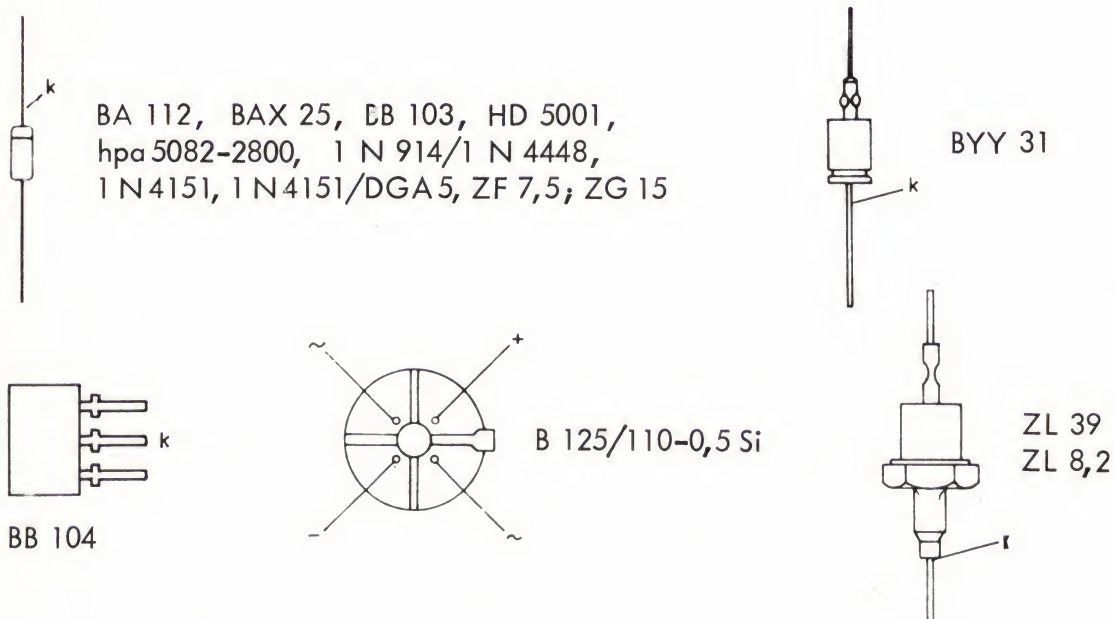
Alle angegebenen Spannungen sind - sofern nicht anders vermerkt - mit einem Instrument von 100 k $\Omega$ /V gegen Nullpotential (Masse) gemessen.  
Die mit "TP" bezeichneten Punkte sind Testpunkte.

### 6.5.1. Belastbarkeit der Widerstände



Anstelle der Belastbarkeit in Watt ist in den Schalteillisten teilweise die genormte Größenbezeichnung nach DIN 44050 ff angegeben.

### 6.5.2. Elektrodenkennzeichnung von Dioden und Transistoren



#### 6.6. Hinweise für Ersatzteilbestellungen

Die wichtigsten Angaben über benötigte Ersatzteile sind den Schaltteillisten zu entnehmen. Bauelemente mit Bv.- bzw. WN-Nummern sind im Werk anzufordern.

Bei der Bestellung von Ersatzteilen ist es wichtig, neben der Bestellnummer (BN) die Gerätenummer sowie die Positionsnummer des Bauelements anzugeben, z. B.

BN 341/Nr. 72106 B/T 202.

Die in der Serviceanleitung aufgeführten Meßmittel für die Fehlersuche, zum Nachprüfen von Technischen Daten und zum Abgleich des Geräts sind dieser Tabelle zu entnehmen.

GERÄT	VERWENDETER TYP		in ABSCHNITT
1 Frequenzzähler mit hoher Spannungsempfindlichkeit und zugehörigem Tastkopf	5246 L 5261 A 10003 A	hp hp hp	10.2./10.4./10.5./10.6./10.8. } 9.1. } 10.3./ Fehlersuchplan II/ Fehlersuchplan III
1 Gleichspannungsnormal	740 B	hp	9.2.1.
1 Thermal Converter	A 55	Fluke	9.2.1.
1 Differenzvoltmeter bzw. Digitalvoltmeter	881 A	Fluke	9.2.1./10.1./10.7.
1 Pegelsender	PS-6	W.u.G.	(9.1.)/9.2.2.1./9.2.3./9.5.2./10.7.
1 Präzisions-Eichleitung	Rel. D 120	Siemens	9.2.2.1./9.2.3./10.7.
1 Leistungs-Meßsender mit Oszillator-Einschub	LMS-68 LO-40	W.u.G. W.u.G.	9.4.2. 9.4.2.
1 Tiefpaß, Dämpfung > 40 dB für die Klirrspannung des Sendepiegels, Eigenklirrdämpfung > 80 dB bei -20 dB Ausgangspegel			9.5.2.
1 Verstärker mit gesteuerter Gleichrichtung (Lock-in Amplifier)	JB-6	PAR	9.2.2.2.
1 Pegelmeßplatz mit Tastkopf und Anzeigedehner	PSM-5 TK-8 AZD-1	W.u.G. W.u.G. W.u.G.	9.4.1./10.3./10.8./ Fehlersuchplan IV 10.8. 10.8.
1 Frequenzzähler	FZ-2	W.u.G.	(9.1.)/9.2.2.2.
1 Labornetzgerät	GS-2	W.u.G.	9.2.2.2./9.3.
1 Oszillograf mit Tastkopf	OS-1 TK-4	W.u.G. W.u.G.	9.2.2.2. 9.2.2.2.
1 Breitband-Spannungsmesser	SM-1 oder PM-161	W.u.G.	8.5.2. Pegelplan
1 Vielfach-Instrument		Gossen	10.3.
1 HF-Millivoltmeter	411 A	hp	Fehlersuchplan II / Fehlersuchplan III
T-Stücke	874-TL	General Radio	9.2.1.

Die oben aufgeführten Meßmittel stellen Empfehlungen für alle in der Serviceanleitung vorkommenden Messungen dar.

Es können evtl. ähnliche Geräte verwendet werden.

6.7.

VERWENDETE MESSMITTEL



## **7. SCHALTUNGSBESCHREIBUNG**

## 7. SCHALTUNGSBESCHREIBUNG

---

### 7.1. Die Funktion des Geräts anhand des Gesamt-Blockschaltplans

Für das Verständnis der nachfolgenden Darstellung wird das Kapitel 4 "Funktion und Eigenschaften" der Beschreibung und Bedienungsanleitung als bekannt vorausgesetzt. Außerdem ist der Gesamt-Blockschaltplan im Anhang dieser Serviceanleitung zu Rate zu ziehen.

#### 7.1.1. Weg des Meßsignals

Das auf den symmetrischen oder den koaxialen Eingang gegebene Meßsignal gelangt im Eingangsteil (1) über die "Messen-Eichen"-Umschaltung auf den Teiler I. Mit diesem Teiler kann die Eingangsspannung in Stufen zu 20; 40 oder 50 dB (2; 4 oder 5 Np) an den Eingang des nachfolgenden breitbandigen Eingangsverstärkers (2) angepaßt werden. Das verstärkte Meßsignal gelangt über den 19-MHz -Tiefpaß (2) auf den Mischer I (3). Dieser 19-MHz -Tiefpaß ist für die Spiegelfrequenz- und ZF-Selektion der 1. Umsetzung verantwortlich.

Im Mischer I (3) wird die Empfangsfrequenz auf die 1. ZF (24 MHz) umgesetzt. Der darauffolgende 24-MHz-Bandpaß (3) und (4) dient zur Spiegelfrequenz- und ZF-Selektion der 2. Umsetzung und unterdrückt störende Mischprodukte usw. aus dem Mischer I.

Für die weiteren Umsetzungen sorgen die Mischer II, III und IV mit den dazwischengeschalteten Bandpässen für die jeweilige Zwischenfrequenz. Der 110-kHz-Bandpaß (5) enthält einen Verstärker. Die Selektion im Bereich weniger kHz neben der Meßfrequenz erfolgt nach dem Mischer IV (6) im 10-kHz-Bandpaß. Die Umschaltung von 1,74 kHz auf 400 Hz effektive Rauschbandbreite erreicht man durch Einfügen eines weiteren, schmalbandigen Bandpasses. Die Grunddämpfung dieses Bandpasses wird in der Stellung 1,74 kHz durch einen transformatorischen Teiler nachgebildet.

Im nachfolgenden ZF-Verstärker (7) wird die 10-kHz-ZF um ca. 50 dB verstärkt. Der Teiler II (7) erlaubt eine sehr genaue Teilung des ZF-Signals in Stufen zu 20 dB, 10 dB und 2 dB (2 Np, 1 Np und 0,2 Np); die Kombination der einzelnen Dämpfungswerte entspricht der eines Gewichtssatzes. Außerdem werden hier die Verstärkungskorrekturen für die verschiedenen Leistungspegel-Eichungen ausgeführt.



In der Ausgangsschaltung (8) folgt ein selektiver 10-kHz-Verstärker mit regelbarer Verstärkung (siehe 7.1.2. Automatische Pegelgleichung). Anschließend wird das 10-kHz-ZF-Signal demoduliert und die dabei entstehende Gleichspannung logarithmiert. Der Logarithmierer ist umschaltbar auf die Bereiche 25 dB/2,8 Np ( $\hat{=}$  Anzeige  $\times$  10) oder 2,5 dB/0,28 Np ( $\hat{=}$  Anzeige  $\times$  1). Das logarithmierte Signal gelangt über den Ausgangs-Gleichspannungsverstärker auf das Anzeigeinstrument und den Gleichspannungsausgang.

Im letzten 10-kHz-Verstärker wird das ZF-Signal auch auf den Demodulator-Zusatz (26) gegeben, welcher ein- oder zweiseitenbandmodulierte Signale demoduliert. Die demodulierte Spannung kann am Hörer-Ausgang abgenommen werden.

Der Empfindlichkeitsbereichschalter (10) steuert die Teiler I und II. Die Kombination der einzelnen Dämpfungswerte dieser beiden Teiler erfolgt nach einem festen Programm. Außerdem wird der Teiler II bei "Eichen" nach einem anderen Programm geschaltet als bei "Messen". Dies geht aus den Teilerdiagrammen Bild 7-1 und 7-2 hervor. Die Kenntnis dieser Diagramme ist für die Fehlersuche wichtig und erleichtert das Verständnis des Einflusses von Rausch- oder anderen Störspannungen.

#### 7.1.2 Automatische Pegelgleichung

Für das Verständnis dieses Abschnittes muß das Kapitel 4.1. der Funktionsbeschreibung als bekannt vorausgesetzt werden.

Der Eichtaktgeber (9) schaltet die Funktionen verschiedener Baugruppen periodisch um. Die Meßzeit beträgt ca. eine Sekunde, die Eichzeit ca. 140 ms. Dem in Bild 7-3 dargestellten Impulsdigramm sind die in Frage kommenden Baugruppen, Funktionen und deren zeitliche Zuordnung zu entnehmen. Die für das Umschalten wichtigen Anschluß- und Testpunkte der Schaltung (9) sind ebenfalls aus Bild 7-3 ersichtlich. Um Störungen zu vermeiden, erfolgen die Umschaltungen in einer bestimmten Reihenfolge.

Zu Beginn der Eichzeit wird über (9) 5 und (8) 23 der Ausgangsverstärker bzw. die Anzeigeschaltung abgetrennt und die Anzeige gespeichert. Gleichzeitig schaltet der Steuermultivibrator des Eichtaktgebers von "Messen" auf "Eichen" um (Spannung an TP 905 springt von 0 auf + 12 Volt). Nach ca. 2,5 ms schalten verschiedene Relais im Eingangsteil (1) den Eingang des Teilers I von der Meßspannung auf die Eichspannung um. Gleichzeitig erfolgt eine Umschaltung des ZF-Teilers II vom



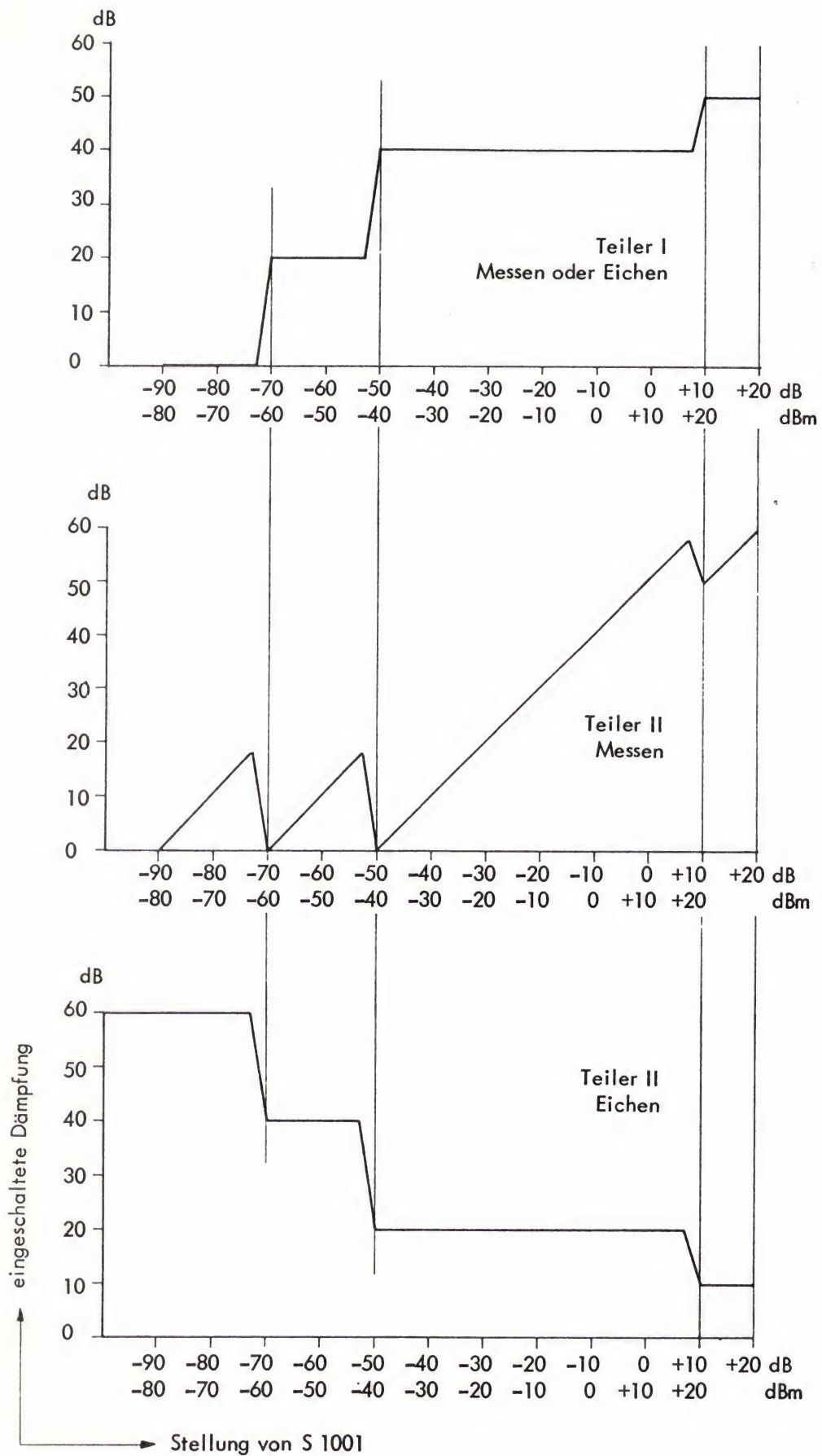


Bild 7-1 Teilerdiagramm (dB/dBm)

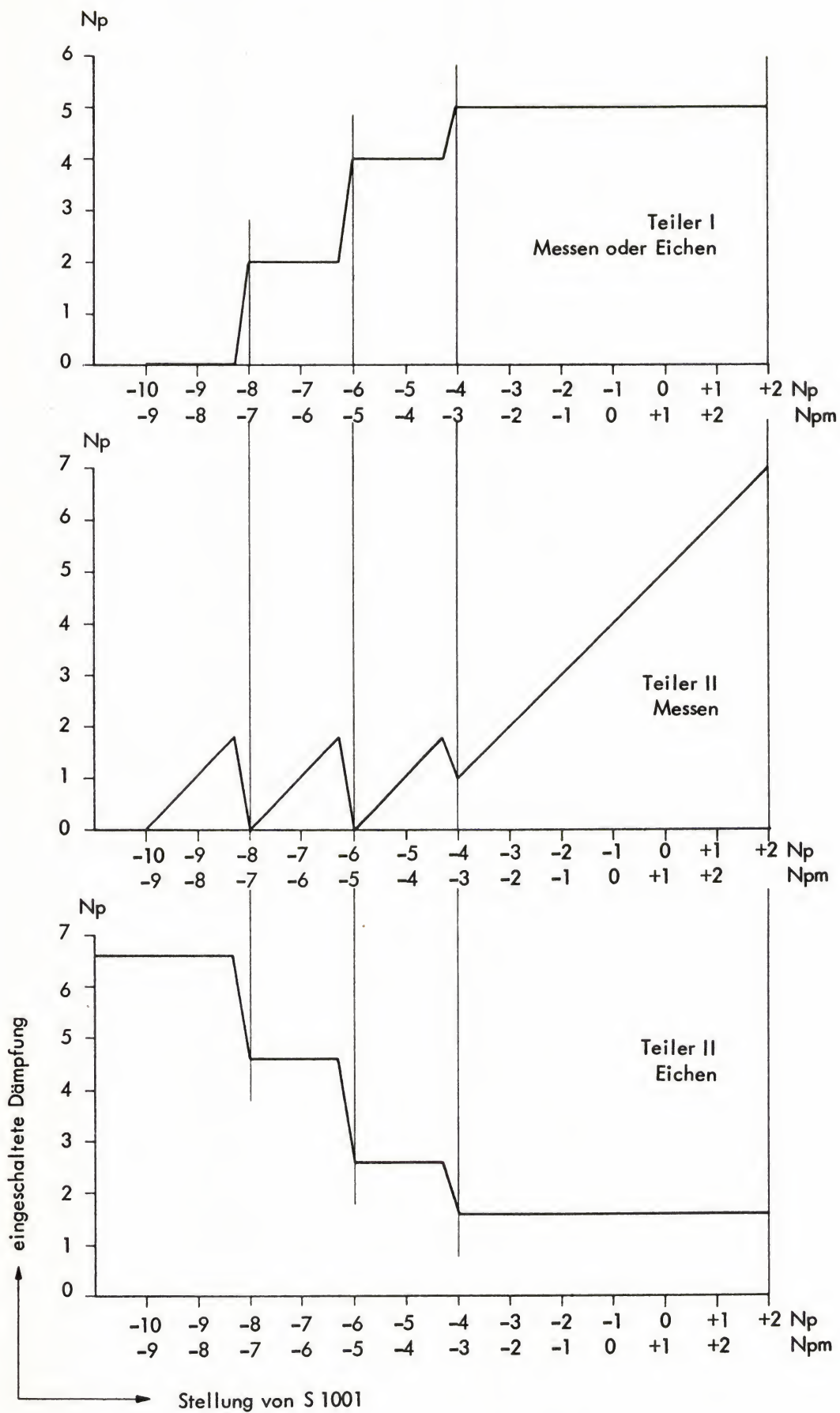


Bild 7-2 Teilerdiagramm ( $N_p/N_{pm}$ )

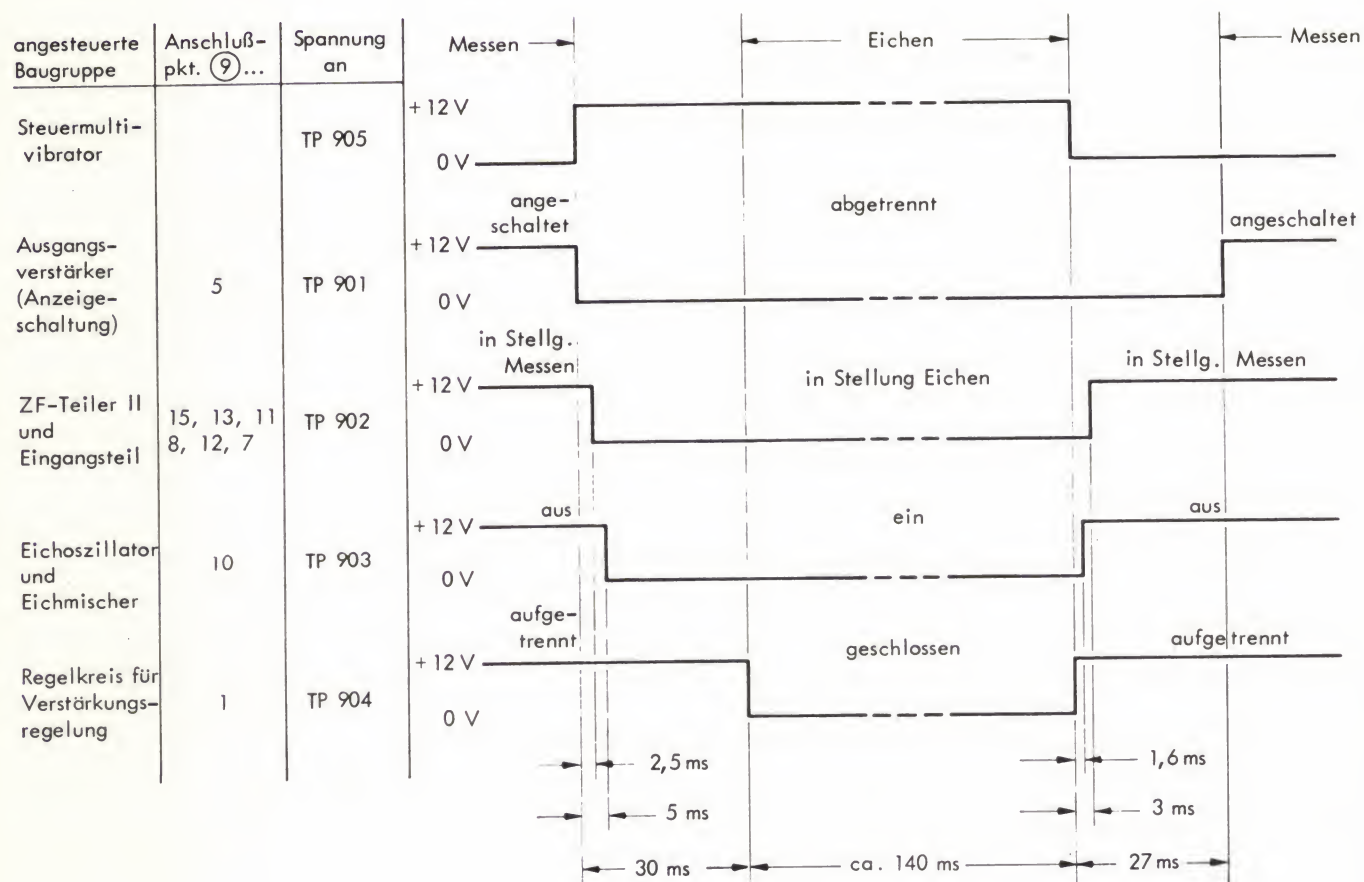


Bild 7-3 Impulsdiagramm der Intervalle "Messen-Eichen"



Meßprogramm auf das Eichprogramm. Nach einer weiteren Verzögerung von ca. 2,5 ms werden der Eichoszillator und Eichmischer eingeschaltet. Nach insgesamt 30 ms schließt sich in der Ausgangsschaltung (8) der Regelkreis für die Verstärkungsregelung. Jetzt beginnt das Nachregeln der Verstärkung.

Das Zurückschalten auf die Betriebsart "Messen" geschieht in nachstehender Reihenfolge:

Zuerst wird der Regelkreis für die Verstärkungsregelung aufgetrennt und dabei die Regelgröße gespeichert, sowie zur gleichen Zeit der Steuermultivibrator auf "Messen" zurückgeschaltet. Nach ca. 1,6 ms werden der Eichoszillator und Eichmischer ausgeschaltet, nach weiteren 1,4 ms der ZF-Teiler und das Eingangsteil wieder in Stellung Messen gebracht. Nach insgesamt 27 ms erfolgt das erneute Anschalten des Ausgangsverstärkers.

Der Regelbereich der Ausgangsschaltung (8) ist so groß, daß Verstärkungsänderungen des Meßsignals im Gerät bis zu  $\pm 4$  dB ausgeregelt werden.

Da die Dämpfung des Teilers II zwischen "Messen" und "Eichen" umgeschaltet wird, gehen seine Dämpfungsfehler in die Pegeleichung ein. Ein weiterer Eichfehler kann durch Mittenfrequenzabweichungen des 10-kHz-Bandpasses entstehen. Liegt das Dämpfungsminimum des 10-kHz-Bandpasses nicht genau bei 10 kHz, so können sich Dämpfungsunterschiede bei den Betriebsarten "Messen" und "Eichen" ergeben.

Der Frequenzgang des Geräts wird nahezu ausschließlich durch den Eichmischer bestimmt. Hinzu kommen lediglich noch Einflüsse der Eingangsschaltung von den Eingangsbuchsen bis zur Umschaltung "Messen - Eichen".

### 7.1.3. Übersteuerungskontrolle

Für das Verständnis dieses Abschnitts wird die Kenntnis der Funktionsbeschreibung 4.2. des Teils I vorausgesetzt.

Bild 7-3 zeigt die zeitliche Zuordnung der Verstärkungsumschaltung zur Umschaltung "Messen - Eichen".

Die Beträge der im Eingangsverstärker (2) und im ZF-Verstärker (7) vorgenommenen Verstärkungsänderungen müssen nicht genau übereinstimmen, da die Abweichungen durch die automatische Pegeleichung ausgeregelt werden.

#### 7.1.4. Frequenzerzeugung

Das Eingangssignal wird insgesamt viermal umgesetzt. Die dabei entstehenden Zwischenfrequenzen und die erforderlichen Trägerfrequenzen können der nachstehenden Tabelle entnommen werden.

Schaltung	Eing.-Frequenz	Ausg.-Frequenz	Trägerfrequenz
③ Mischer I	0 bis 19 MHz	24 MHz $\hat{=}$ 1. ZF	24 bis 43 MHz
④ Mischer II	24 MHz	2 MHz $\hat{=}$ 2. ZF	22 MHz
⑤ Mischer III	2 MHz	110 kHz $\hat{=}$ 3. ZF	2,11 MHz
⑥ Mischer IV	110 kHz	10 kHz $\hat{=}$ 4. ZF	100 kHz

Tabelle 7-1

Alle Frequenzen werden vom 1-MHz-Quarzoszillator ⑪ abgeleitet. Eine Ausnahme stellen lediglich der Interpolationsoszillator ⑫ oder die statt ihm einschaltbaren Festfrequenzoszillatoren ⑬ dar. Im Grundgerät SPM-6 stehen drei Festfrequenzen zur Verfügung. Mit Hilfe des Festfrequenz-Zusatzes FFZ-6 läßt sich die Anzahl der Festfrequenzen um 18 pro Gerät FFZ-6 erweitern. Vgl. hierzu die Abschnitte 2.3.2.4 und 2.3.2.5. der Bedienungsanleitung SPM-6.

Die Genauigkeit der eingestellten Empfangsfrequenz ist allein durch die Genauigkeit der 1-MHz-Quarzfrequenz und die Genauigkeit der Interpolationsfrequenz (bzw. Festfrequenz) bestimmt.

Das Ableiten der Festfrequenzen von der 1-MHz-Quarzfrequenz geschieht auf folgende Weise:

Jeder Festfrequenzoszillator besitzt eine nach dem Abtastprinzip arbeitende Phaseneichschaltung. Der 24-MHz-Eichoszillator ⑫, der Rastoszillator ⑭ und der 22-MHz-Oszillator ⑮ werden durch diese Phasenregler phasenstarr mit dem 1-MHz-Signal des Quarzoszillators ⑪ verknüpft. Der 2,11-MHz-Oszillator ⑯ wird phasenstarr an ein 10-kHz-Signal angebunden, welches durch Teilung im Frequenzteiler ⑰ aus dem 1-MHz-Signal gewonnen wird.

Die 100-kHz-Trägerfrequenz für den Mischer IV erhält man direkt durch Teilung aus der 1-MHz-Quarzfrequenz.



Die Frequenz  $f_T$  (24 bis 43 MHz)<sup>1)</sup> des Trägerszillators (16) soll gleich der Summe der Frequenz  $f_R$  des Rastoszillators (14) und der Frequenz  $f_I$  des Interpolationsoszillators (12) sein, also:

$$f_T = f_R + f_I$$

daraus folgt:

$$f_T - f_R = f_I$$

Der Interpolationsmischer (15) erzeugt die Differenz  $f_T - f_R$  und vergleicht sie in einer Phasenvergleichsschaltung mit  $f_I$ . Weichen  $f_T - f_R$  und  $f_I$  voneinander ab, dann wird die Frequenz des Trägerszillators (16) solange nachgeregelt, bis genaue Übereinstimmung erreicht ist, so daß exakt  $f_T = f_R + f_I$  gilt.

Der Interpolationsoszillator liefert eine kontinuierlich einstellbare Frequenz von 3 bis 4,1 MHz, die in der Baugruppe (21) (Abstimmmanzeige) mit einem 10-kHz-Frequenzraster verglichen wird. Dadurch ist eine Eichung der Interpolationsfrequenz bei allen ganzzahligen Vielfachen von 10 kHz möglich.

Die Frequenz des Rastoszillators (14) läßt sich mit Hilfe des Frequenzbereichsschalters (17) zwischen 21 und 39 MHz in Stufen zu 1 MHz verändern. Dabei wird die jeweils gewählte Frequenz auf ein Vielfaches der 1-MHz-Quarzfrequenz gerastet. Der Interpolationsoszillator kann durch einen der drei Quarzoszillatoren (13) oder durch die Oszillatoren des Festfrequenzzusatzes FFZ-6 ersetzt werden, deren Frequenz zwischen 3 und 4 MHz liegt und zu einer beliebigen Frequenz des Rastoszillators (14) addiert wird. Damit lassen sich im gesamten Empfangsfrequenzbereich frei wählbare Festfrequenzen rasch und mit Quarzgenauigkeit einstellen. Dazu müssen die letzten drei Stellungen des Frequenzbereichsschalters (17) entsprechend programmiert werden (siehe Abschnitt 5.8.).

---

<sup>1)</sup> Der genaue Eingangsfrequenzbereich ist 6 kHz bis 18,6 MHz und dementsprechend der Trägerfrequenzbereich 24,006 bis 42,6 MHz. Da die obigen Bereiche jedoch tatsächlich einstellbar sind und sich so auch leichter merken lassen, sollen in diesem Abschnitt nur gerundete Zahlen verwendet werden.



## 7.2. Zusammenarbeiten verschiedener Baugruppen

Dieses Kapitel beschreibt das Zusammenwirken verschiedener Baugruppen und Baugruppentteile des Geräts und insbesondere solche Schaltungsprinzipien, die im Gerät wiederholt zur Anwendung kommen.

### 7.2.1. Phasenregler nach dem Abtastprinzip

Der Empfänger SPM-6 enthält mehrere nach diesem Prinzip arbeitende Phasenregler, deren Arbeitsweise nachfolgend ohne Bezugnahme auf eine bestimmte Baugruppe oder deren Teile beschrieben wird.

Die Schaltung besteht im wesentlichen aus einem Regelkreis, der die Aufgabe hat, die Frequenz eines Oszillators phasenstarr mit einer Vergleichsfrequenz oder deren Harmonischen zu synchronisieren.

Der wichtigste Schaltungsteil ist der Abtaster, dessen Wirkungsweise anhand des nachstehenden vereinfachten Ersatzschaltbildes erläutert werden soll :

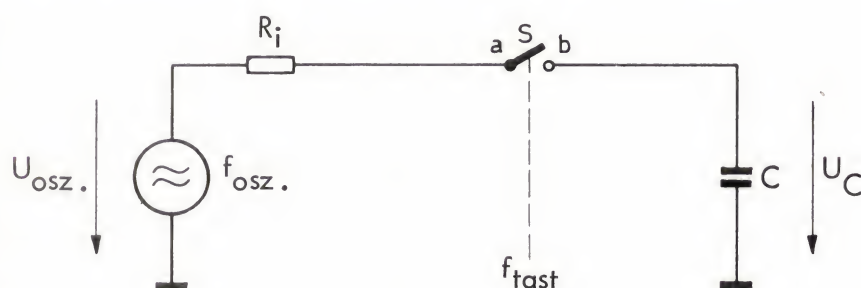


Bild 7-4

Die Vergleichs- oder Tastfrequenz  $f_{tast}$  steuert den Schalter  $S$ , dessen Schließzeit klein gegenüber einer halben Periodendauer der Oszillatorfrequenz  $f_{osz}$  ist. Befindet sich  $S$  im geschlossenen Zustand, dann lädt sich der Kondensator  $C$  mit der Zeitkonstante  $\tau = R_i \cdot C$  auf den Momentanwert der Oszillatorspannung  $U_{osz}$  auf. Ist die Oszillatorfrequenz gleich der Tastfrequenz oder einer ihrer Harmonischen,  $f_{osz} = n \cdot f_{tast}$  (mit  $n = 1, 2, \dots$ ), so entsteht an  $C$  eine Gleichspannung  $U_C$ .

Bild 7-5 zeigt ein Beispiel für  $f_{osz} = f_{tast}$ , d. h.  $n = 1$ . Ist  $n$  dagegen  $\neq 1$ , z. B.  $n = 22$ , so wird nur jede 22. Periode der Oszillatorfrequenz abgetastet. Es entsteht jedoch derselbe Verlauf der Spannung  $U_C$ .

Stimmen  $f_{osz}$  und  $n \cdot f_{tast}$  nicht überein, also  $f_{osz} \neq n \cdot f_{tast}$ , so entsteht an  $C$  eine Wechselspannung  $U_C$ , deren Frequenz gleich dem Betrag der Differenz

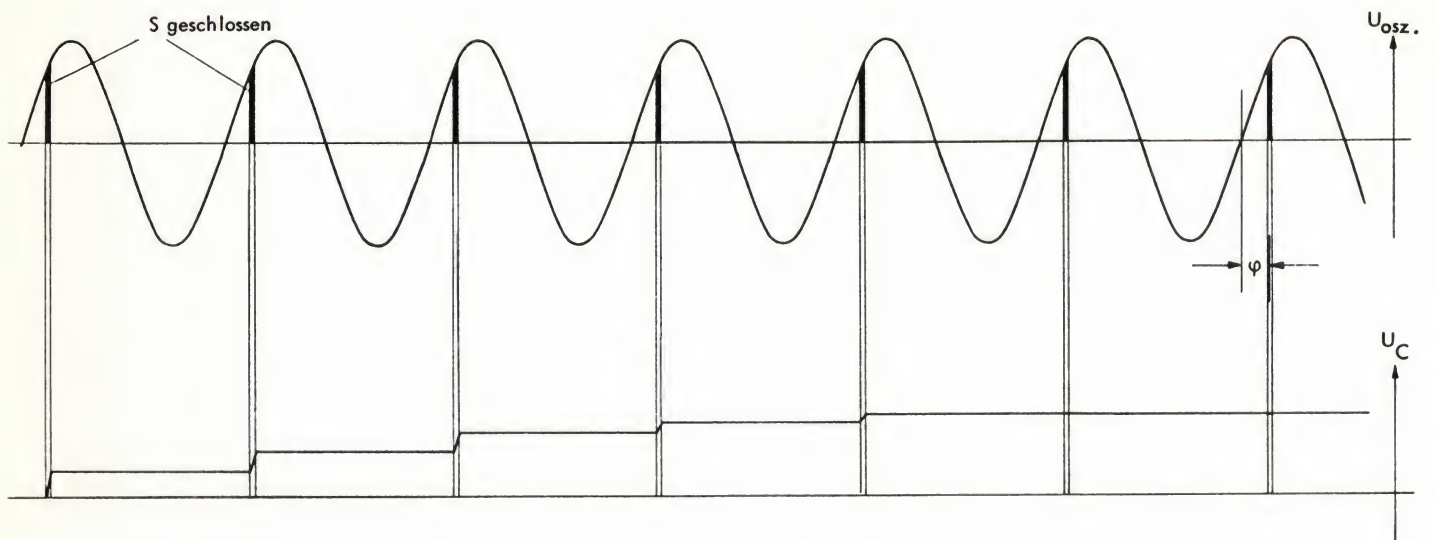


Bild 7-5  $f_{osz.} = n \cdot f_{fast} \quad (n = 1)$   
 $C$  wird auf die Gleichspannung  $U_C$  aufgeladen

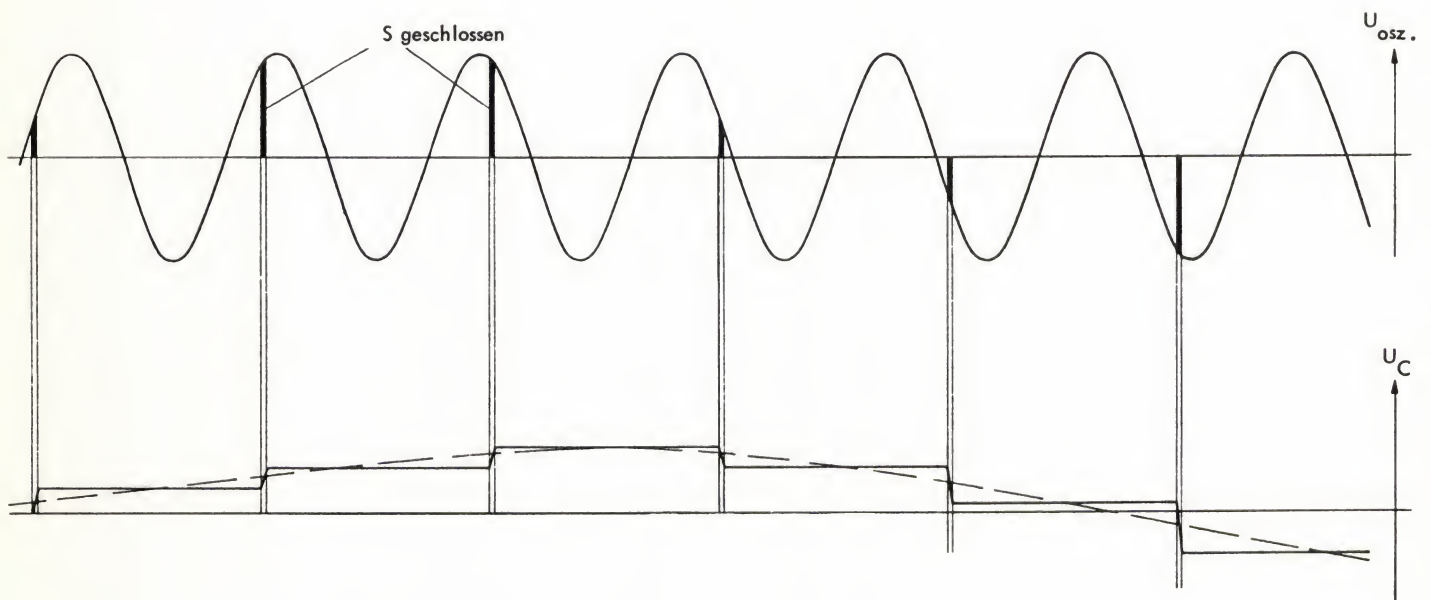
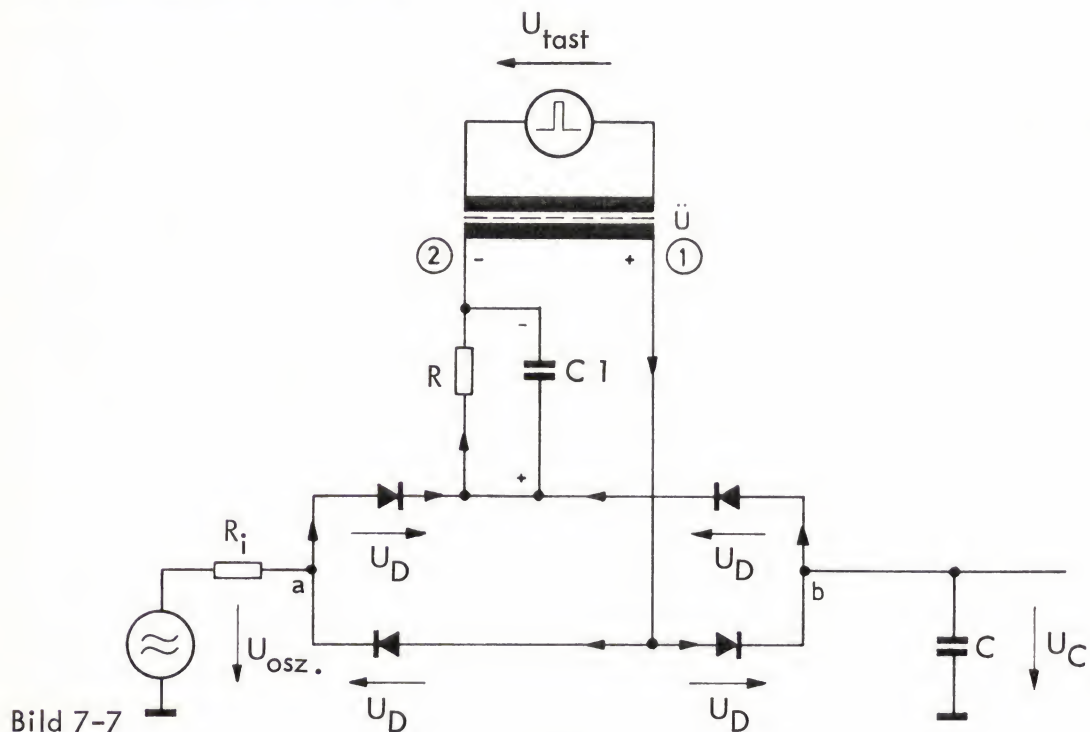


Bild 7-6  $f_{osz.} \neq n \cdot f_{fast}$   
 $U_C$  ist eine Wechselspannung mit der Frequenz  $f_{osz.} - n \cdot f_{fast}$

$f_{osz} - n \cdot f_{tast} (f_{UC} = |f_{osz} - n \cdot f_{tast}|)$  ist. Bild 7-6 zeigt ein Beispiel hierfür.

Der im Bild 7-4 dargestellte Schalter ist im Prinzip ein Diodenschalter entsprechend der nachfolgenden Abbildung :



Der kurze primärseitige Tastimpuls erscheint auf der Sekundärseite des Übertragers  $\ddot{U}$  mit positivem Potential am Anschlußpunkt 1 und erzeugt einen Strom in der eingezeichneten Richtung, so daß sich alle 4 Dioden im Durchlaß befinden. Dabei kompensieren sich die Durchlaßspannungen  $U_D$  der Dioden derart, daß Punkt a direkt mit Punkt b verbunden zu sein scheint; der Schalter S ist geschlossen.

Der Durchlaßsummenstrom erzeugt am Widerstand R einen Spannungsabfall; auf diese Spannung lädt sich der Kondensator C1 auf. Nach Abklingen des Tastimpulses an Punkt 1 entlädt sich C1 nur langsam über R, so daß die am Kondensator liegende Spannung, die während dieses Entladevorgangs eine dem Tastimpuls entgegengesetzte Polarität aufweist, die Dioden bis zum Eintreffen des nächsten Tastimpulses gesperrt hält.

Während dieser Zeit ist der Schalter S geöffnet.

Bild 7-8 zeigt das Blockschaltbild eines Phasenregelkreises mit Abtaster.

Die Oszillatorspannung gelangt über einen Trennverstärker auf den Abtaster, der über einen Impulsformer von der Tastfrequenz gesteuert wird. Der Impulsformer bewirkt, daß die Schließzeit des Schalters S klein gegen eine halbe Periodendauer der Oszillator-



frequenz ist; dies ist eine wichtige Voraussetzung für die Momentanwert-Abtastung der Oszillatorspannung. Die Kondensatorspannung  $U_C$  gelangt über einen Gleichspannungsverstärker mit hochohmigem Eingang auf die Kapazitätsdiode  $GL_C$  und beeinflusst somit über deren spannungsabhängige Sperrschichtkapazität die Oszillatorfrequenz.

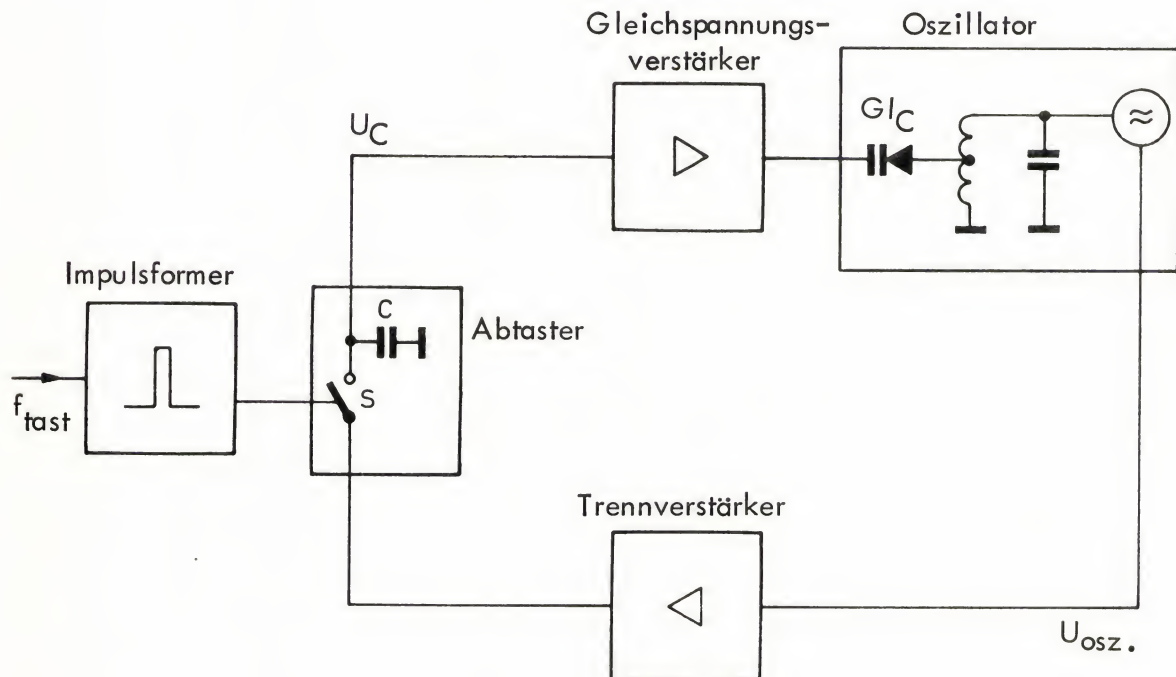


Bild 7-8

Der Gleichspannungsverstärker wirkt im nicht gerasteten Zustand des Oszillators als sogenannter Suchoszillator, der den Fangbereich der Schaltung etwa auf den Ziehbereich erweitert.

Unmittelbar nach dem Einschalten ist zunächst  $f_{osz} \neq n \cdot f_{tast}$ . Der Oszillator ist "gerastet", wenn die entstehende Frequenzdifferenz  $|f_{osz} - n \cdot f_{tast}|$  durch den Regelvorgang zu Null wird.

Die Frequenzdifferenz  $|f_{osz} - n \cdot f_{tast}|$ , bei der der Oszillator noch selbst rastet, bezeichnet man als FANGBEREICH.

Verstimmt man den gerasteten Oszillator, so entsteht erst dann eine Frequenzänderung, d.h. er rastet erst dann aus, wenn die Verstimmung größer als der Ziehbereich ist.

Die Grenzen des Ziehbereiches werden durch Begrenzungseffekte im Regelkreis bestimmt, sie liegen immer außerhalb des Fangbereiches.

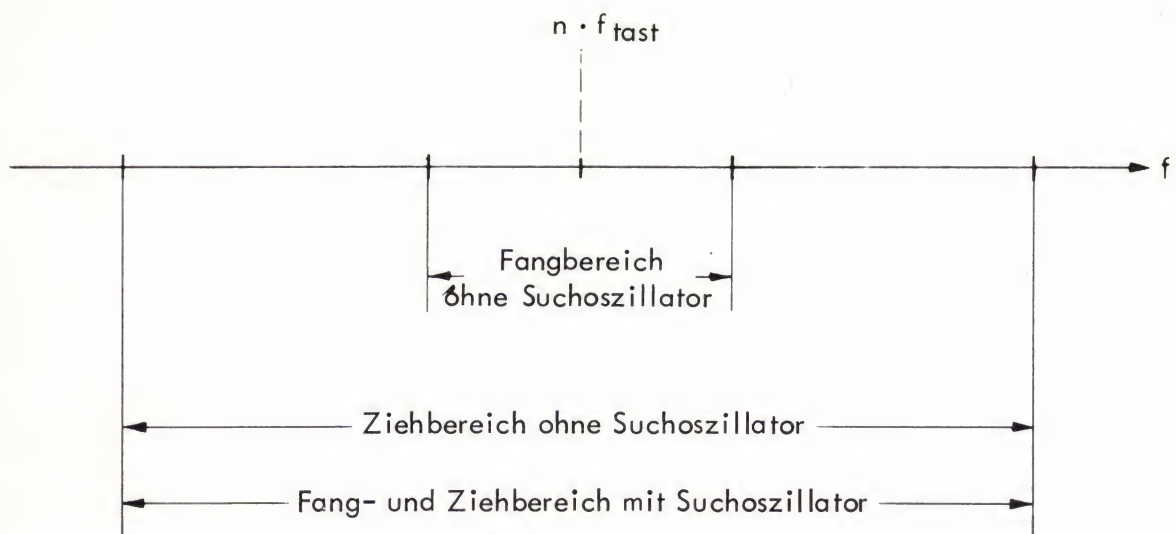


Bild 7-9

Liegt die Frequenzablage des Oszillators nach dem Einschalten außerhalb des Fangbereiches aber innerhalb des Ziehbereiches, so rastet der Oszillator nicht selbsttätig. Wird aber die Oszillatorfrequenz für kurze Zeit durch ein Hilfssignal an der Kapazitätsdiode  $Gl_C$  in den Fangbereich geschoben, so rastet der Oszillator und bleibt auch gerastet, wenn die Verschiebung in den Fangbereich wieder entfällt. Das Hilfssignal wird durch den Suchoszillator erzeugt und ist so groß, daß es einen Oszillator, der an den Ziehbereichsgrenzen liegt, sicher in den Fangbereich schiebt. Nach dem Einrasten schaltet der Suchoszillator ab und arbeitet als Gleichspannungsverstärker im Regelkreis.

Der Suchoszillator ist ein rückgekoppelter Differenzverstärker. Bild 7-10 zeigt sein Prinzipbild.

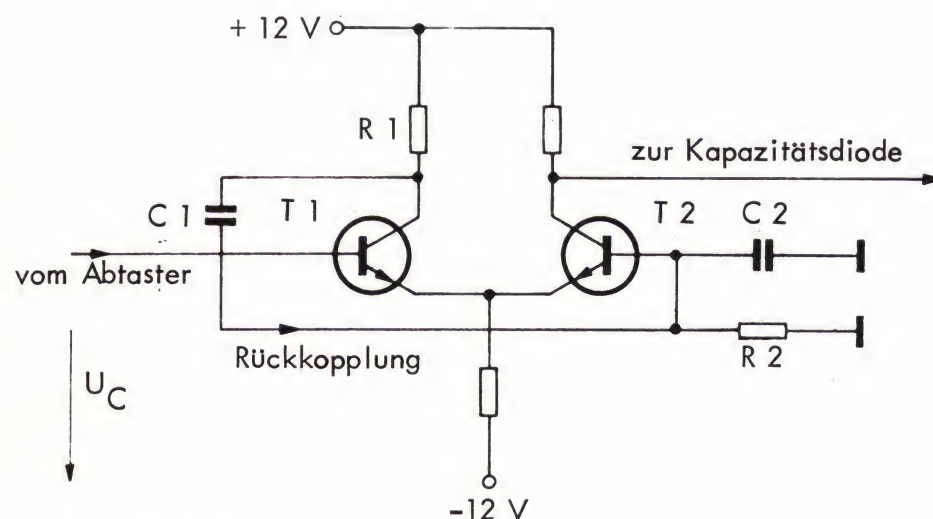


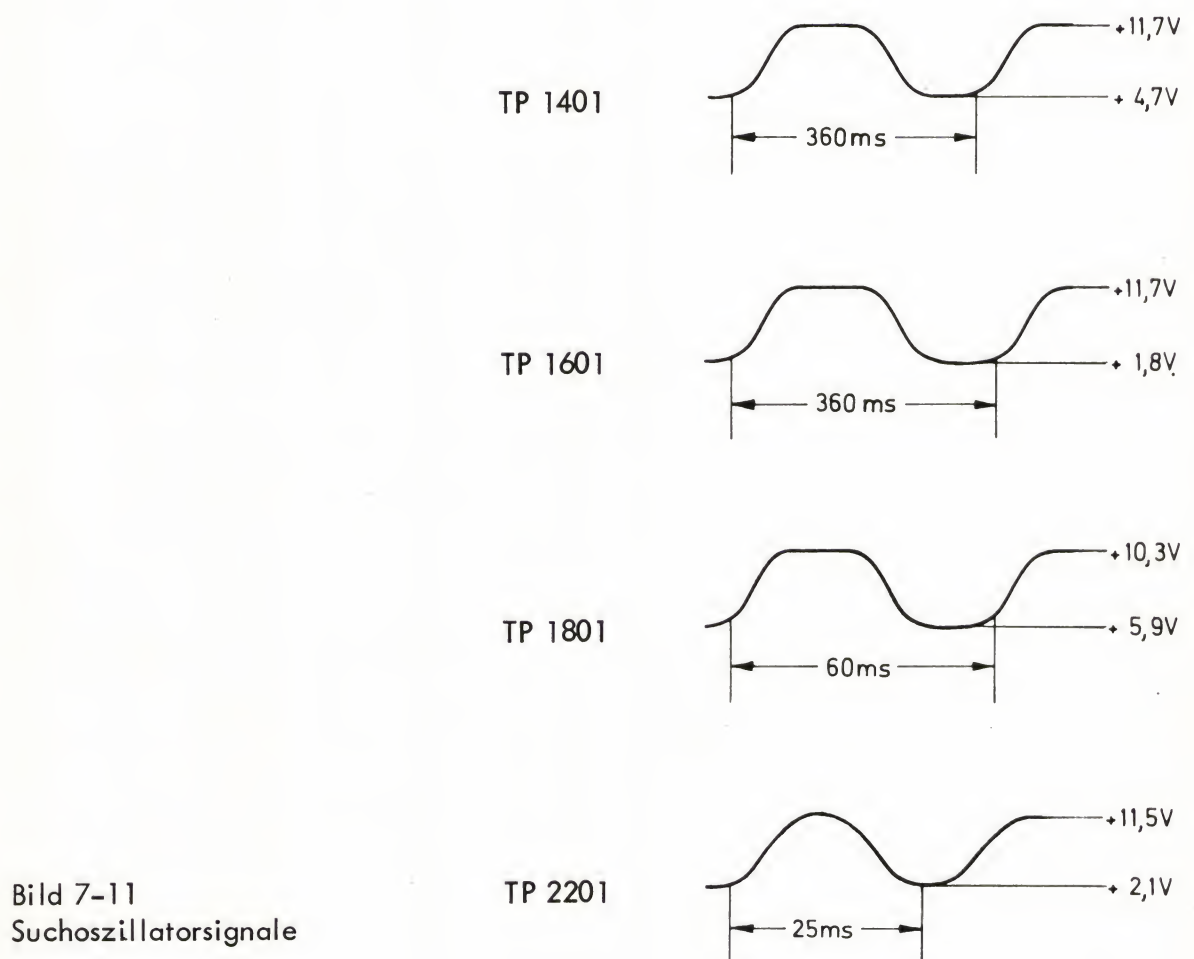
Bild 7-10 Suchoszillator

R 1, C 1, R 2 und C 2 sind die frequenzbestimmenden Glieder. Die Ausgangsspannung des Differenzverstärkers ist etwa trapezförmig (Bild 7-11).

Beim Betrieb als Verstärker sind die Spannungen an der Basis von T 1, am Emitter von T 1 und T 2 sowie am Kollektor von T 2 phasengleich.

Während des Suchlaufs ist  $U_C$  eine Wechselspannung mit der Frequenz  $|f_{OSZ} - n \cdot f_{tast}|$  und von sehr kleiner Amplitude. Die Basis von T 1 ist für die Suchoszillatorfrequenz "kalt". T 1 arbeitet als Basisstufe. T 2 als Kollektorstufe, der Suchoszillator schwingt.

Bild 7-11 zeigt die Suchoszillatorsignale an den entsprechenden Testpunkten.



Innerhalb des Fangbereiches entsteht eine gegenkoppelnd wirkende Suchoszillatorspannung an der Basis von T 1, welche die Rückkopplung überwiegt und ein Schwingen des Suchoszillators verhindert. T 1 und T 2 arbeiten jetzt als Differenzverstärker für die Gleichspannung  $U_C =$ .



### 7.3. Die Baugruppen des Geräts

Für das Studium dieses Kapitels sind die Stromlaufpläne im Anhang dieser Serviceanleitung unentbehrlich. Dabei sei noch einmal darauf hingewiesen, daß die in den Überschriften der einzelnen Abschnitte erscheinenden Baugruppen-Kennziffern mit der Numerierung der entsprechenden Stromlaufpläne übereinstimmt.

#### 7.3.1. Eingangsteil ①

Im Eingangsteil befinden sich die Eingangsschaltung mit den Eingangswiderständen, der Abschwächer I (Teiler I) und der Eichumschalter.

Das Eingangssignal an der Koaxialbuchse Bu 101 gelangt über die Relaiskontakte rel 108, rel 109 und rel 104 an den Teiler I.

Vom symmetrischen Eingang Bu 102 wird das Eingangssignal dem Übertrager Ü 101 zugeführt. Über den Schalter S 102/II/b durchläuft das Signal denselben Weg wie das koaxiale Eingangssignal.

Der Schalter S 101 dient dazu, die mittels S 102 vorgewählten Widerstände den Eingängen parallel zu schalten. Abgleichbare Tiefpaßglieder sorgen dafür, daß die Reflexionsfaktoren der gewählten Eingangswiderstände klein bleiben.

Der Abschwächer I ist ein Teiler mit den Stufen 20 dB, 40 dB und 50 dB bzw. 2 Np, 4 Np und 5 Np bei der Neper-Ausführung. Das Ein- und Ausschalten der Teiler erfolgt über die Relais Rel 104, 105, 106 und 107, die vom Empfindlichkeitsschalter S 1001 betätigt werden. Die Schaltfolge ist dem Relaisplan 8.5.4. zu entnehmen.

Der Eichumschalter T 101, T 102 schaltet die Relais 101, 102, 103, 108 und 109 im Rhythmus des Eichtaktgebers ⑨ um. Während des Eichtaktes (ca. 0,1 s) gelangt so das Eichsignal von Buchse Bu 2301 (-30-dB-Eichpegel) über rel 103 an den Teiler I. Über rel 101 wird während des Eichtakts ein Ersatzwiderstand eingeschaltet, der den Eingangswiderstand des während des Eichtakts abgetrennten Schaltungsteils nachbildet.

Über die parallelgeschalteten Relaiskontakte rel 108 und rel 102 ist die abgetrennte Leitung während des Eichtaktes auf Masse gelegt. Dadurch wird ein Übersprechen bei hohen Eingangspegeln verringert.

### 7.3.2. Eingangsverstärker und 19-MHz-Tiefpaß (2)

Der Eingangsverstärker besteht aus einer komplementären Trennstufe T 201, T 202 und einer Gegentaktverstärkerschaltung T 203 und T 204. Im Emitterzweig des Gegentaktverstärkers wird mit Hilfe des Potentiometers P 201 und des Trimmers C 208 der Klirrfaktor auf ein Minimum eingestellt. Bei Betätigen der Übersteuerungskontrolle S 901 erhöht sich nach Schließen des Kontaktes rel 201 die Verstärkung im 2-Sekundentakt um 0,8 dB.

Der 19-MHz-Tiefpaß sperrt die Frequenzen der 1. ZF von 24 MHz sowie die Spiegelfrequenz ( $2 \times 1. \text{ZF} + f_E$ ).

7.3.3. Mischer I (3)

Im Mischer I (Gl 301...Gl 304) entsteht aus dem Eingangssignal (6 kHz bis 19 MHz) und dem Trägersignal (24 bis 43 MHz) die 1. ZF von 24 MHz.

Das vom Trägeroszillator (16) kommende Signal  $f_T$  wird durch zwei Begrenzerstufen T 303, 303' und T 304, T 305 in ein Rechtecksignal mit Anstiegszeiten von ca. 1,2 ns umgeformt. Das Zeichen ( $f_e$ ) gelangt an die Mittelanzapfung von Ü 301.

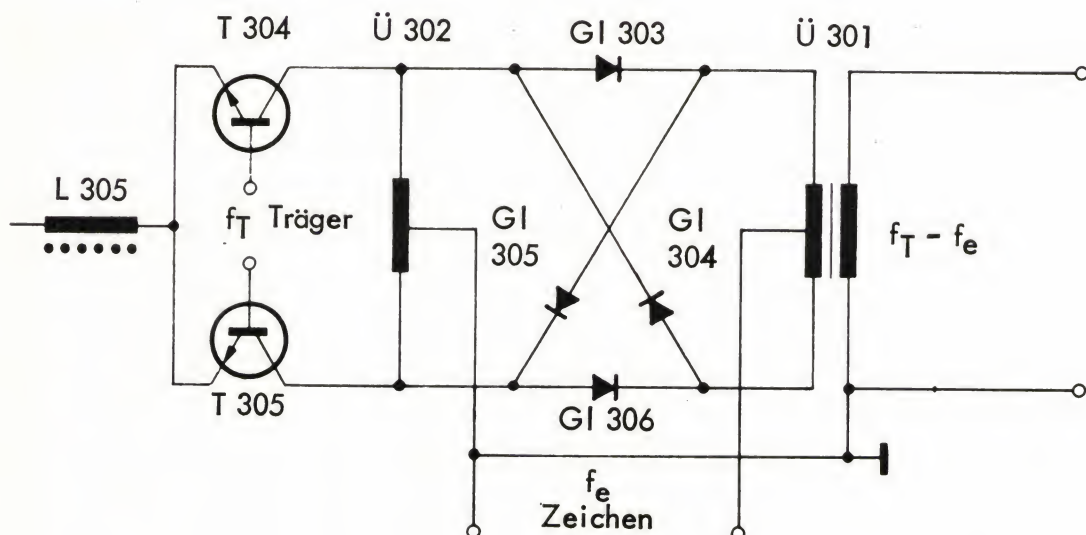


Bild 7-12

Das Mischprodukt  $f_T - f_e$  wird der Auskoppelstufe T 308 zugeführt. An Ü 303 steht das 1. ZF-Signal von 24 MHz zur Verfügung.



Um Batterieenergie zu sparen, sind die beiden Begrenzerstufen T 303, 303' und T 304, T 305 gleichstrommäßig in Reihe geschaltet. Ihre Basisspannungen werden – ebenfalls aus Gründen der Stromersparnis – über T 306 und T 307 erzeugt, die mit kleinem Emitterstrom auskommen und hochohmige Basisspannungsteiler zulassen.

Die Dioden des Ringmischers sind auf kleine Durchlaßspannungs- und Kapazitätsdifferenz ausgesucht. Mit Hilfe der Trimmer C 312, C 317 wird der Klirrabgleich vorgenommen. Der Abgleich des Trägerrestes erfolgt durch leichtes Verbiegen eines Masseblechs. Diese Blechfahne, die im Stromlaufplan nicht dargestellt ist, befindet sich zwischen den Mischerdioden.

Über C 304 ist die Kollektorstufe T 301 an den Trägereingang angeschlossen. Sie schaltet während des Eichtaktes das Trägersignal an den Eichmischer (23).

#### 7.3.4. 24-MHz-Bandpaß, Mischer II, 2-MHz-Bandpaß (4)

Über den 24-MHz-Bandpaß gelangt die 1. ZF zum Mischer II (G1 401...G1 404). Der Bandpaß, der eine 3-dB-Bandbreite von ca. 700 kHz besitzt, soll die Spiegel Frequenz der 2. Umsetzung und höhere Mischprodukte unterdrücken. Er hat deshalb einen Dämpfungspol bei der Spiegelfrequenz 20 MHz, der durch entsprechende Dimensionierung des Sperrkreises L 402, C 402 erzielt wird.

Das zur Umsetzung der 1. ZF auf 2 MHz benötigte 22-MHz-Trägersignal durchläuft den 22-MHz-Bandpaß und wird in den Differenzverstärkern T 402, T 404 und T 401, T 403 verstärkt und begrenzt. Um Batterieenergie zu sparen, sind diese beiden Begrenzerstufen gleichstrommäßig in Reihe geschaltet. Ihre Basisspannungen werden – ebenfalls aus Gründen der Stromersparnis – über T 405, T 406 erzeugt, welche mit kleinem Emitterstrom auskommen und hochohmige Basisspannungsteiler zulassen.

Das Mischerausgangssignal gelangt über die Verstärkerstufe T 407 auf den 2-MHz-Bandpaß, welcher hauptsächlich den 22-MHz-Trägerrest, die Spiegelfrequenz der 3. Umsetzung sowie höhere Mischprodukte dämpfen soll. Der Bandpaß, dessen 3-dB-Bandbreite ca. 80 kHz beträgt, besitzt deshalb einen durch die beiden Sperrkreise L 415, C 424, C 425 und L 501, C 501, C 502 bestimmten Dämpfungspol bei der Spiegelfrequenz 2,22 MHz.



### 7.3.5. Mischer III und 110-kHz-Bandpaß (5)

Durch Mischen des 2-MHz-ZF-Signals mit dem 2,11-MHz-Träger des Oszillators (19) entsteht die 3. ZF von 110 kHz.

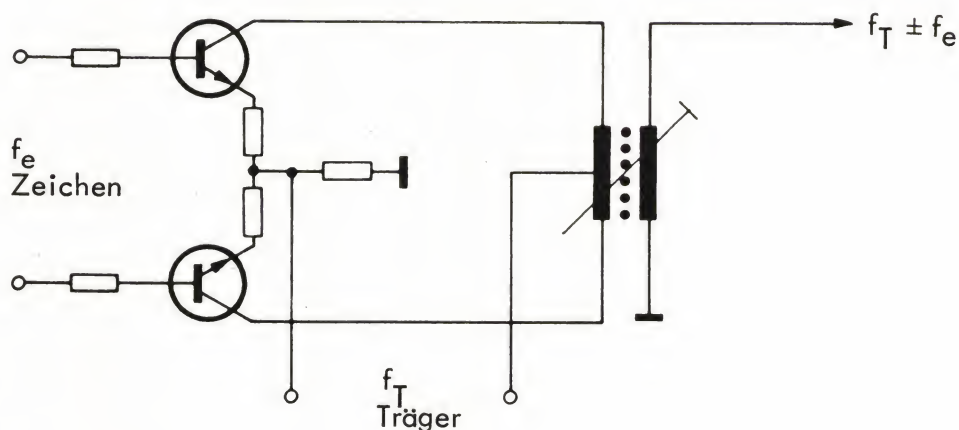


Bild 7-13

Das 2-MHz-ZF-Signal gelangt vom Übertrager Ü 501 an die Basen der beiden Mischertransistoren T 501 und T 502. Letztere werden durch das im Differenzverstärker T 504, T 503 verstärkte und begrenzte 2,11-MHz-Trägersignal durchgeschaltet. Der Mischer ist als Differenzverstärker aufgebaut. Durch gleichsinniges Ein- und Ausschalten der Mischertransistoren und den symmetrischen Aufbau des Übertragers Ü 502 wird der Träger weitgehend kompensiert.

Das Ausgangssignal passiert den 110-kHz-Bandpaß, innerhalb dessen Netzwerks sich auch der Differenzverstärker T 505, T 506, befindet. Der Bandpaß soll hauptsächlich den 2,11-MHz-Trägerrest, die Spiegelfrequenz der 4. Umsetzng und höhere Mischprodukte dämpfen. Er besitzt deshalb Dämpfungspole bei 2,11 MHz (Sperrkreis L 505, C 524) und bei der Spiegelfrequenz 90 kHz (Serienkreis L 502, C 510, C 511 bei 91,5 kHz und Sperrkreis L 504, C 520, C 521 bei 89 kHz).

### 7.3.6. Mischer IV und 10-kHz-Bandpaß (6)

Im Mischer IV wird das 110-kHz-Eingangssignal in 10 kHz (entsprechend der 4. ZF) umgesetzt und durch einen umschaltbaren Bandpaß ausgesiebt.

Das dazu notwendige Trägersignal von 100 kHz wird durch einen 2 : 1-Frequenzteiler (T 601, T 602) aus 200 kHz abgeleitet; es steuert über den Verstärker T 605, T 606 die Mischertransistoren T 603, T 604. An Ü 601 entsteht die 4. ZF, während der Träger durch die Schaltung des Mixers unterdrückt wird.

Der nachfolgende Bandpaß besteht aus 2 Teilfiltern. Das erste Filter ist bei "Rauschbandbreite 1,74 kHz" eingeschaltet, beide zusammen bei "Rauschbandbreite 0,4 kHz".

Die Selektion dieser Filter bestimmt die Gesamtselektion des Geräts (siehe 1. TECHNISCHE DATEN). Eine besondere Forderung für die 10-kHz-Filter besteht darin, daß das Dämpfungsminimum der Durchlaßkurve genau auf 10 kHz fällt, damit beim automatischen Eichen keine Fehler entstehen.

### 7.3.7. Teiler II und ZF-Verstärker (7)

Diese Baugruppe verstärkt die vom Mischer IV angebotene 4. ZF von 10 kHz und teilt sie in sehr genauen 2-dB- (0,2-Np-) Schritten.

Der ZF-Verstärker besteht aus 3 stark gegengekoppelten Verstärkern:

Teilverstärker	Verstärkungsfaktor
T 701, 702, 703	ca.10 dB (mit P 701 einstellbar)
T 706, 707, 708	20 dB
T 712, 713, 714	20 dB

Zwischen und nach diesen Verstärkern befinden sich sehr genaue transformatorische Teiler ( $\leq \pm 0,1 \%$ ) mit Abgriffen bei folgenden Dämpfungen :

Teiler	Dämpfung
Ü 701	40 dB (4 Np)
Ü 702	10 dB, 20 dB (1 Np, 3 Np)
Ü 703...705	2, 4, 6, ..., 18 dB (0,2; 0,4; 0,6; ...; 1,8 Np)

Als Schalter für die einzelnen Abgriffe dienen invers betriebene Transistoren. Dabei wird der Kollektor als Emitter und der Emitter als Kollektor verwendet.



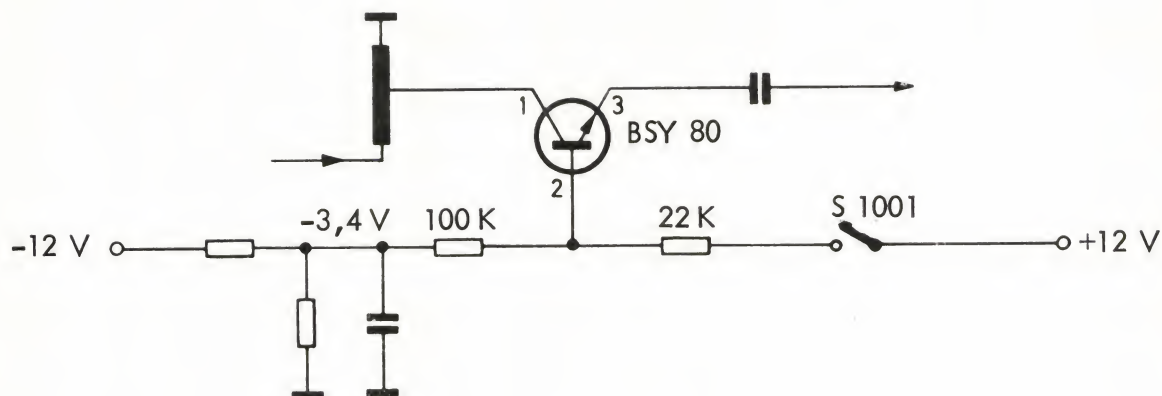


Bild 7-14

Im eingeschalteten Zustand dieses inversen Betriebs beträgt der differentielle Widerstand zwischen den Punkten 1 und 2 ca.  $1 \Omega$  und zwischen den Punkten 2 und 3 ca.  $50 \Omega$ . Der im Ruhezustand durch eine negative Basisspannung gesperrte Transistor geht beim Schließen von Schalter S 1001 in die Sättigung. Bei der gewählten Ansteuerung wird der differentielle Durchgangswiderstand des Transistors sehr klein (ca.  $50 \Omega$ ) und somit vernachlässigbar gegenüber dem hohen Eingangswiderstand des nachfolgenden Verstärkers.

Mit dem Empfindlichkeitsschalter S 1001 werden die 3 Teiler nach der Art eines Gewichtsatzes entsprechend Tabelle 7-2 und 7-3 kombiniert. Dabei ist besonders zu beachten, daß bei der Neper-Ausführung wegen des Eichpegels von  $-30 \text{ dB} \hat{=} -3,45 \text{ Np}$  die Teiler Ü 703...U 705 bei "Eichen"  $1,6 \text{ Np}$  dämpfen.

Auf den Teiler II folgt der Verstärker T 725, T 726. T 727 ist normalerweise gesperrt. Beim Drücken der Taste "Übersteuerungskontrolle" wird T 727 leitend und schaltet R 788 parallel zum Kollektorwiderstand R 782, wodurch sich die Verstärkung um  $0,8 \text{ dB}$  verringert.

Die Differenz zwischen Spannungspegel und  $60\text{-}\Omega$ -Leistungspegel beträgt genau  $10 \text{ dB}$ , so daß die Umschaltung durch Verschieben der Empfindlichkeitsanzeige um  $10 \text{ dB}$  erfolgen kann. Die Korrektur der Leistungspegel mit anderen Bezugswiderständen erfolgt mit Ü 706 und R 789...R 795. Die Schaltertransistoren T 728...T 735 werden mit dem  $R_1$ -Schalter S 102 angewählt, wenn S 902 in Stellung dBm (Npm) steht. Steht der Schalter S 902 in der Stellung dB (Np), so ist bei der dB-Ausführung immer der Transistor T 734 eingeschaltet, bei der Neper-Ausführung der zusätzliche



S 1001 Stellung	Übertr.: Transistor: Dämpfg.: dB	Messung																Eichen															
		701		702			703, 704, 705												701		702			703, 704, 705									
		704	705	709	710	711	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724		704	705	709	710	711	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	
		0	40	0	10	20	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18		0	40	0	10	20	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	
1	+ 20					I	I																										
2	+ 19															I																	
3	+ 16														I																		
4	+ 14																																
5	+ 12													I																			
6	+ 10												I																				
7	+ 8																																
8	+ 6																																
9	+ 4																																
10	+ 2																																
11	± 0																																
12	- 2																																
13	- 4																																
14	- 6																																
15	- 8																																
16	- 10																																
17	- 12																																
18	- 14																																
19	- 16																																
20	- 18																																
21	- 20																																
22	- 22																																
23	- 24																																
24	- 26																																
25	- 28																																
26	- 30																																
27	- 32																																
28	- 34																																
29	- 36																																
30	- 38																																
31	- 40																																
32	- 42																																
33	- 44																																
34	- 46																																
35	- 48																																
36	- 50																																
37	- 52																																
38	- 54																																
39	- 56																																
40	- 58																																
41	- 60																																
42	- 62																																
43	- 64																																
44	- 66																																
45	- 68																																
46	- 70																																
47	- 72																																
48	- 74																																
49	- 76																																
50	- 78																																
51	- 80																																
52	- 82																																
53	- 84																																
54	- 86																																
55	- 88																																
56	- 90																																

Tabelle 7-2 Teilerdiagramm Teiler II dB ⑦

S 1001		Übertr.: Transistor: Dämpfg.:	701		702		Messen 703, 704, 705														701		710		Eichen 703, 704, 705													
Stellung	Np		704	705	709	710	711	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	704	705	709	710	711	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724						
			0	4	0	1	3	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	0	4	0	1	3	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8						
1	+2					I	I																															
2	+1,8																																					
3	+1,6																																					
4	+1,4																																					
5	+1,2																																					
6	+1																																					
7	+0,8																																					
8	+0,6																																					
9	+0,4																																					
10	+0,2																																					
11	0																																					
12	-0,2																																					
13	-0,4																																					
14	-0,6																																					
15	-0,8																																					
16	-1																																					
17	-1,2																																					
18	-1,4																																					
19	-1,6																																					
20	-1,8																																					
21	-2																																					
22	-2,2																																					
23	-2,4																																					
24	-2,6																																					
25	-2,8																																					
26	-3																																					
27	-3,2																																					
28	-3,4																																					
29	-3,6																																					
30	-3,8																																					
31	-4																																					
32	-4,2																																					
33	-4,4																																					
34	-4,6																																					
35	-4,8																																					
36	-5																																					
37	-5,2																																					
38	-5,4																																					
39	-5,6																																					
40	-5,8																																					
41	-6																																					
42	-6,2																																					
43	-6,4																																					
44	-6,6																																					
45	-6,8																																					
46	-7																																					
47	-7,2																																					
48	-7,4																																					
49	-7,6																																					
50	-7,8																																					
51	-8																																					
52	-8,2																																					
53	-8,4																																					
54	-8,6																																					
55	-8,8																																					
56	-9																																					
57	-9,2																																					
58	-9,4																																					
59	-9,6																																					
60	-9,8																																					
61	-10																																					

## Leistungspegelkorrektur mit Ü 706 und R 789...R 795

Bezugswiderstand/ $\Omega$	dB-Gerät Korrektur/ dB	Np-Gerät Korrektur/ Np
50	+ 0,79	+ 0,242
60	Bezugswert	+ 0,151
65	- 0,35	+ 0,111
75	- 0,97	+ 0,040
600 (Spannungs- pegel)	wie bei 60 $\Omega$	Bezugswert (-1,31 dB gegenüber dB-Bezugswert)
124	- 3,15	- 0,211
135	- 3,52	- 0,254
150	- 3,52	- 0,307

Tabelle 7-2

Die Np-Ausführung benötigt für Vollausschlag in der -10-Np-Stellung eine um 3,14 dB geringere Verstärkung als die dB-Ausführung in der -90-dB-Stellung. Wie aus der obigen Tabelle zu ersehen ist, dämpft Ü 706 in der Stellung "Spannungspegel" bei der Np-Ausführung um 1,31 dB mehr als bei der dB-Ausführung. Die restlichen 1,83 dB werden im Verstärker T 701...T 703 durch eine entsprechend andere Einstellung von P 701 ausgeglichen.

## 7.3.8. Ausgangsschaltung (8)

In der Ausgangsschaltung wird das vom Teiler und ZF-Verstärker (7) kommende 10-kHz-Signal verstärkt, gleichgerichtet, logarithmiert und zur Anzeige gebracht. Der erste Verstärker ist in seiner Verstärkung regelbar, um während des Eichtakts die Verstärkung des gesamten Gerätes auf den Sollwert einstellen zu können.



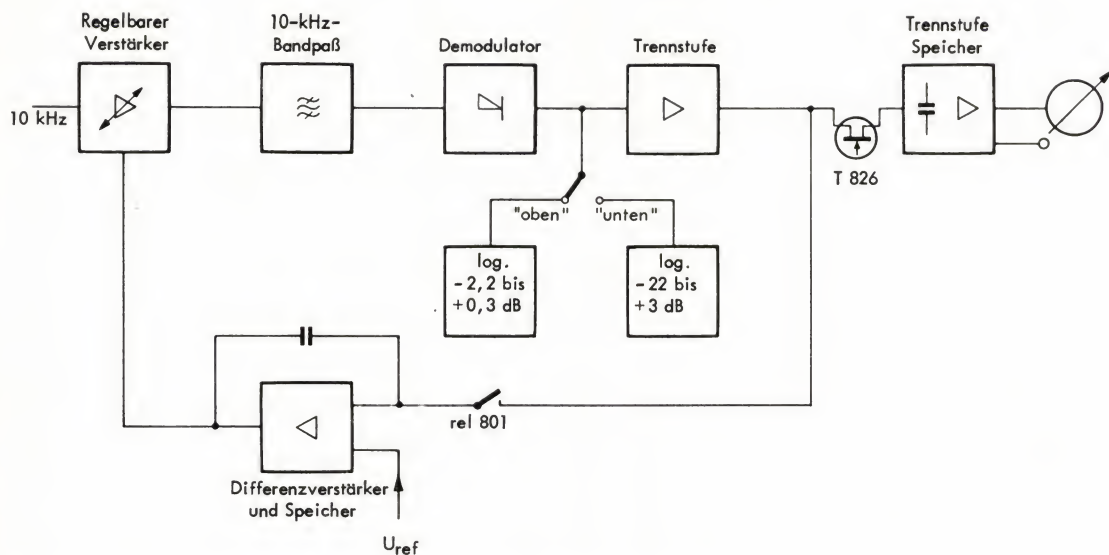


Bild 7-15 Prinzipschaltbild der Ausgangsschaltung

Auf die Eingangstrennstufe T 801 folgt der Differenzverstärker T 802, T 803, dessen Verstärkung durch Änderung der Emitterströme um 8 dB variiert werden kann. Die Summe der Emitterströme setzt sich zusammen aus einem konstanten Strom (über T 804) und einem veränderlichen Strom (über T 805).

Der Differenzverstärker arbeitet auf einen 10-kHz-Bandpaß mit einer Bandbreite von 6 kHz, der das breitbandige Rauschen der ZF-Verstärker unterdrücken soll. Sein Ausgangssignal wird in dem stark gegengekoppelten Verstärker T 809...T 812 um 46 dB (TP 804) verstärkt (Verstärkung ohne Gegenkopplung ca. 80 dB). Der Ausgangsstrom dieses Verstärkers speist den Mittelwertgleichrichter T 813, T 825. Die als Gleichrichter betriebenen Transistoren in Basisschaltung stellen zusammen mit dem Tiefpaß C 817, L 802, C 818 eine hochohmige Gleichstromquelle dar. Zur Verbesserung der Siebwirkung wird während des Meßtaktes C 819 durch T 829 parallel zu C 817 geschaltet. Der Ausgangsgleichstrom wird einem als Logarithmierer arbeitenden Widerstandsnetzwerk zugeführt, an dessen Klemmen (Punkt 15 gegen Masse) eine Spannung entsteht, die dem Logarithmus des eingepprägten Gleichstroms proportional ist. Dabei verursacht je nach Stellung des Schalters S 801 eine Änderung des Stroms um 25 dB (2,8 Np) oder 2,5 dB (0,28 Np) eine Gleichspannungsänderung von 7,2 V an Punkt 15.

Der Logarithmierer ist ein Widerstands-Netzwerk mit vorgespannten Dioden, die bei steigendem Gleichstrom diese Widerstände an Punkt 15 nacheinander einschalten und so die Spannung nur logarithmisch ansteigen lassen.

Über die Trennstufe T 815, T 816 wird der Speicherkondensator C 820 auf die am Punkt 15 herrschende Spannung aufgeladen. Die Zeitkonstante beträgt in den Schalterstellungen "unten" und "oben" (Mitte) ca. 50 ms, in der Schalterstellung "oben" (links,träge) ca. 500 ms. C 820 speichert den Meßwert während des Eichtakts, solange T 826 gesperrt ist. Die Spannung an C 820 wird über den Ausgangsverstärker T 818 ... T 823 und R 882 an die Ausgangsbuchse Bu 801 bzw. R 882 und P 810 auf das Anzeigement J 2701 übertragen. Auf den Eingang von T 818' (2. Eingang des Differenzverstärkers T 818, T 818') wird die Ausgangsspannung des Ausgangsverstärkers als Gegenkopplung zurückgeführt. Damit ergibt sich eine Verstärkung von 1. Ohne die erwähnte Gegenkopplung wäre die Verstärkung ca. 107 dB. Die Diode Gl 815 verhindert, daß bei Übersteuerung des Ausgangsverstärkers die Ausgangsspannung unter 8 V absinken kann und dann eine richtige Anzeige vortäuscht.

Während des Eichtakts sperrt T 826, wogegen rel 801 schließt. Die Spannung an Punkt 15 gelangt jetzt über die Trennstufe T 815, T 816 an den Differenzverstärker T 808, T 808', der sie mit der im Spannungsregler (25) erzeugten Referenzspannung vergleicht. Das Differenzsignal wird durch T 807 verstärkt und über die Trennstufe T 806, T 824 auf die Basis von T 805 gegeben. Auf diese Weise steuert die Spannung an Punkt 15 den Kollektorstrom des Transistors T 805 und damit die Verstärkung des Differenzverstärkers T 802, T 803. Während des Eichtakts liegt somit ein geschlossener Regelkreis vor mit einer Ringverstärkung von ca. 56 dB bei Stellung "oben" (Mitte) des Schalters S 801 (Logarithmierer 2,5 dB) bzw. ca. 36 dB, wenn S 801 sich in Stellung "unten" befindet (Logarithmierer 25 dB). Die Regelzeitkonstante beträgt ca. 50 ms, d. h. eine sprungartige Verstärkungsänderung im Gerät ist nach spätestens 4 Eichtakten auf weniger als 1 % der Änderung ausgeregelt. In der Schalterstellung "oben, träge" ist die Regelzeitkonstante im Meßtakt um den Faktor 10 größer.

Während des Meßtaktes muß die im Eichtakt eingestellte Verstärkung aufrechterhalten werden. Das geschieht durch Speicherung des Stellsignals an der Basis T 805 im Kondensator C 811 || C 812. Er liegt zwischen Eingang und Ausgang des Verstärkers T 808', T 808, T 807, T 806, T 824 und erscheint deshalb um die Verstärkung dieser Stufen ( $\approx 1000$ fach) vergrößert.

Die Diode Gl 803 trennt den Gleichrichter vom Logarithmierer, sobald man den Testpunkt TP 803 zum Zwecke der Strommessung gegen Masse kurzschließt.



### 7.3.9. Eichtaktgeber (9)

Die Schaltung gibt im Takt von 1 Hz Gleichspannungssignale ab, welche die für die automatische Eichung notwendigen Umschaltungen bewirken. Außerdem wird zur Betätigung der Übersteuerungskontrolle bei geschlossenem Schalter S 901 ein 0,5-Hz-Rechtecksignal abgegeben.

Mit den Ausgangssignalen des Eichtaktgebers werden vorzugsweise Relais geschaltet. Um überflüssigen Stromfluß zu vermeiden, sind die Relais so geschaltet, daß sie während des langen Meßtaktes in Ruhelage und während des kurzen Eichtakts in Arbeitslage sind.

Als Taktgeber dient der unsymmetrische, astabile Multivibrator T 907, T 908. Bei gesperrtem Transistor T 907 kann sich der Kondensator C 907 über T 906 rasch entladen. Gl 904 und Gl 908 dienen als Starthilfe für den Multivibrator.

Während des Eichtakts (ca. 140 ms) wird T 908 leitend und schaltet T 909 ein. Über den Widerstand R 917 wird C 910 von ca. 0 V auf ca. + 11 V aufgeladen. Der Emitter von T 910 folgt der Spannung an C 910 und schaltet über den Teiler R 924, R 935, R 938 die Transistoren T 912 und T 913 nacheinander ein. Dadurch schalten auch die Transistoren T 919 und T 915 durch, während T 916 und T 917 sperren. Gleichzeitig lädt sich der Kondensator C 111 über R 118 und R 119 von ca. 0 V auf ca. + 11 V auf. Der Emitter von T 911 folgt der Spannung am Punkt R 918/R919 und schaltet über den Teiler R 920, R 922, R 923 nacheinander die Transistoren T 914 und T 918 ein.

Zu Beginn des Meßtaktes (ca. 1 s) werden T 908 und damit auch T 909 in den Sperrzustand umgeschaltet. C 910 entlädt sich über R 917, R 916. T 910 sperrt die nachfolgenden Transistoren in der Reihenfolge T 913, T 912, also in umgekehrter Reihenfolge, wie sie eingeschaltet wurden. Dadurch werden auch T 919 und T 915 gesperrt, hingegen schaltet T 916 ein und bewirkt, daß T 917 ebenfalls durchschaltet.

Beim Umschalten erscheint am Kollektor von T 912 jeweils ein Impuls, der an das Flipflop T 904, T 905 gelangt. Bei geöffnetem Schalter S 901 werden die Triggerimpulse durch den leitenden Transistor T 903 kurzgeschlossen; dabei ist T 904 leitend, T 905 dagegen gesperrt. Beim Betätigen der Taste "Übersteuerungskontrolle" S 901 sperrt T 903. In diesem Betriebszustand gibt das Flipflop über T 902 und T 901

Rechtecksignale mit der halben Taktfrequenz des Multivibrators T 907, T 908 ab.  
Damit können Fehler erkannt werden, die durch Übersteuerung verursacht sind.

Bei einwandfrei arbeitendem Gerät werden folgende Spannungen gemessen:

Meßpunkt	im Eichtakt	im Meßtakt
⑨ 5 (TP 901)	0 V	+ 12 V
⑨ 15 (TP 902)	0 V	+ 12 V
TP 903	0 V	+ 12 V
⑨ 1 (TP 904)	0 V	+ 12 V
⑨ 13	ca. -3 V	+ 12 V
⑨ 12	+ 12 V	ca. -3 V
TP 905	ca. +11 V	0 V

Bei normalem Betrieb steckt die Buchse Bu 901 (344-L) auf dem Stecker St 903. Dabei wird während des Eichtaktes der als Schalter wirkende MOSFET T 826 über ⑧ 23, T 812, T 827 gesperrt und Rel 801 erregt.

Ist jedoch am Ausgang des Demodulatorzusatzes ②⑥ ein Kopfhörer angeschlossen, so wird der Punkt ⑨ 2 auf 0 V geschaltet und damit der Eichtakt unterbrochen.

Durch Umstecken der Buchse Bu 901 auf St 902 oder St 901 kann man erreichen, daß das Gerät dauernd in Stellung "Messen" oder dauernd in Stellung "Eichen" betrieben wird. Dies kann für Abgleich- oder Reparaturarbeiten notwendig sein. Gegenüber dem Normalbetrieb ergeben sich dabei folgende Besonderheiten:

a) Bu 901 auf St 902 "Messen"

Die Verbindung zu Pkt. ⑧ 23 ist unterbrochen, daher T 826 durchgeschaltet. Der Meßwert gelangt zum Ausgangsverstärker. Die Transistoren T 806...T 808 erhalten eine feste Eingangsspannung, um die Verstärkung von T 802/T 803 konstant zu halten.

b) Bu 901 auf St 901 "Eichen"

Die Verbindung zu Pkt. ⑧ 23 ist unterbrochen, daher T 826 durchgeschaltet. Der Eichwert gelangt zum Ausgangsverstärker. Rel. 802 wird nicht erregt, so daß das Instrument J 2701 den Eichwert anzeigt.



#### 7.3.10. Empfindlichkeitsschalter (10)

Mit diesem Schalter S 1001 wird die Empfindlichkeit des Empfängers durch Einschalten der Teiler I und II eingestellt.

#### 7.3.11. 1-MHz-Oszillator und Impulsformer (11)

Der 1-MHz-Oszillator liefert die interne Normalfrequenz und bestimmt im wesentlichen die Frequenzgenauigkeit des Gesamtgerätes. Der Oszillator mit T 1101 arbeitet in kapazitiver Dreipunktschaltung. Seine frequenzbestimmenden Glieder sind Q 1101, C 1102, C 1103, C 1105 und C 1106.

Der Übertrager Ü 1101 ist mit den Kondensatoren C 1109 und C 2401 (auf Platine 341-AM) auf 1 MHz abgestimmt und bildet den Kollektorwiderstand von T 1102. Es folgt der Impulsformer T 1103, T 1104, T 1105 mit der Trennstufe T 1106, T 1107 und der Differenzierstufe T 1108, welche den Frequenzteiler (20) steuert.

Zur Erzielung einer steilen Einschaltflanke (ca. 5 ns) sind die Stufen T 1104, T 1105 über C 1113 rückgekoppelt.

#### 7.3.12. Interpolations-Oszillator (12)

Der Interpolations-Oszillator ist ein im Frequenzbereich 3 bis 4,1 MHz kontinuierlich durchstimmbarer LC-Oszillator. An seine Einstellgenauigkeit und Frequenzkonstanz werden hohe Anforderungen gestellt, da er zusammen mit dem 1-MHz-Quarzoszillator (11) die Frequenzgenauigkeit des Geräts bestimmt.

Der Oszillator mit T 1202 arbeitet in kapazitiver Dreipunktschaltung. Die frequenzbestimmenden Glieder sind C 1201, C 1202, C 1205, C 1206, C 1207, C 1209 und L 1201. Um die für die digitale Frequenzanzeige erforderliche frequenzlineare Abstimmung zu erreichen, besitzt der Drehkondensator C 1201 eine zusätzliche geschlitzte Rotorplatte, deren einzelne Lamellen mittels Stellschrauben abgleichbar sind.

Zum Zwecke der Frequenzzeichnung kann der Wert der Induktivität L 1201 von der Geräte-Frontplatte aus verändert werden.

Der Transistor T 1201 stellt eine Trennstufe in Basisschaltung dar. In den Stellungen "Festfrequenz" und "FFZ-6" des Schalters S 1701 wird der Interpolationsoszillator durch Abschalten der Betriebsspannung von + 12 V am Punkt 5 der Leiterplatte 341-CJ außer Betrieb genommen. Bei Betrieb mit dem Festfrequenz-Zusatz gelangt die im FFZ-6 erzeugte Frequenz über Bu 1202, T 1203 in den SPM-6.

### 7.3.13. Festfrequenz-Oszillatoren (13)

Jeder der drei im Gerät vorhandenen Festfrequenzoszillatoren kann wahlweise den Interpolationsoszillator ersetzen.

Die Schaltung besteht aus 3 Quarzoszillatoren in kapazitiver Dreipunktschaltung mit einer gemeinsamen Trennstufe T 1304. Nach Anlegen der Betriebsspannung über den Schalter S 1701 an die Punkte 2, 3 oder 4 der Platine 341-AC ist jeweils der gewünschte Oszillator eingeschaltet.

Diese Schaltung ist, mit Ausnahme der Quarze, in jedem Gerät komplett eingebaut. Die Quarze können je nach Wunsch vom Kunden oder im Werk eingesetzt werden (siehe unter "Ein- und Umbau von Festfrequenzoszillatoren" 5.8.).

### 7.3.14. Rastoszillator (14)

Der Rastoszillator gibt an den Interpolationsmischer (15) ganzzahlige MHz-Vielfache zwischen 21 und 39 MHz ab. Seine Frequenz wird durch einen Abtastphasenregler (siehe Abschnitt 7.2.1.) auf die interne 1-MHz-Normalfrequenz gerastet.

Die Schaltung besteht aus 4 Einzeloszillatoren in induktiver Dreipunktschaltung, von denen jeweils nur einer durch Anlegen der Betriebsspannung über Schalter S 1701 an die Punkte 34, 32, 53 oder 51 eingeschaltet wird. Unter Verwendung einer umschaltbaren, an Punkt 33 eingespeisten Gleichspannung werden die Oszillatoren mit Hilfe der Kapazitätsdioden GI 1409, GI 1409', GI 1415 und GI 1415' grob auf die im Schaltbild angegebenen Frequenzen abgestimmt. Die Feinabstimmung besorgt der Phasenregler über die Kapazitätsdioden GI 1407, GI 1412, GI 1413 und GI 1417 in der unter Abschnitt 7.2.1. beschriebenen Weise. Der Fangbereich beträgt  $\pm$  (200 kHz bis 300 kHz).

Die Trennstufen T 1406, T 1405 und T 1401 erhalten ihre Betriebsspannung über die Dioden GI 1408, GI 1411, GI 1414 oder GI 1416 vom jeweils eingeschalteten Oszillator. Diese Dioden trennen auch den Ausgang des im Betrieb befindlichen Oszillators von den übrigen Ausgängen.

GI 1406 begrenzt die Oszillatorspannung  $U_{ss}$  auf ca. 1,2 V.

Um am Punkt a das Gleichspannungspotential Null zu erhalten, wird der Kollektorstrom von T 1401 durch die Spulen L 1401 und L 1402 gebildet.

Der Impulsformer T 1402 arbeitet als Sperrschwinger. Die Suchoszillatorfrequenz beträgt ca. 4 Hz.



### 7.3.15. Interpolationsmischer und Trennstufe (15)

Der Interpolationsmischer bildet die Differenz zwischen der Trägerfrequenz und der Rastfrequenz und vergleicht diese im Phasenvergleich mit der Interpolationsfrequenz. Mit Hilfe der dabei entstehenden Regelspannung wird der Trägeroszillator nachgeregelt.

Der Interpolationsmischer ist ein Ringmodulator. Das durch die Transistoren T 1505 und T 1506 verstärkte und begrenzte Rastoszillatorsignal schaltet die Dioden des Mixers. Das "Zeichensignal" kommt vom Trägeroszillator (16) und gelangt über die Trennstufen T 1501, T 1503 und den Tiefpaß C 1508, L 1502, C 1509 auf den Mischer. Der Tiefpaß dämpft Mischprodukte mit den Frequenzen  $n \cdot f_{\text{Rast}} - m \cdot f_{\text{Träger}}$  (wobei  $n = 5, 6, \dots$  und  $m = 4, 5, \dots$  ist), welche in den Durchlaßbereich des nachgeschalteten Bandpasses fallen können. Die Dämpfung des Tiefpasses beträgt bei 100 MHz  $\cong 20$  dB. Um bei den Basisspannungsteilern für die Transistoren T 1501 und T 1502 Batterieenergie zu sparen, werden die Basisspannungen durch die Transistoren T 1502, T 1504 erzeugt, die mit kleinem Emitterstrom auskommen und sehr hochohmige Basisspannungsteiler zulassen.

Über den 3-bis 4,1-MHz-Bandpaß und den Trennverstärker T 1507, T 1508 gelangt die Differenzfrequenz  $f_T - f_R$  der dem Mischer zugeführten Signale auf den Phasenvergleich, welcher seine Tastspannung über die Trennstufe T 1509 aus dem Interpolationsoszillator bezieht.

### 7.3.16. Trägeroszillator (16)

Der Trägeroszillator liefert den Träger für den Mischer I und den Eichmischer (23). Die Schaltung besteht aus 4 Einzeloszillatoren in induktiver Dreipunktschaltung, von denen jeweils nur einer durch Anlegen der Betriebsspannung über Schalter S 1701 an die Punkte 7, 6, 20 oder 19 eingeschaltet wird. Die Abstimmung innerhalb des im Schaltbild angegebenen Frequenzbereichs besorgt der Phasenregler über die Kapazitätsdioden Gl 1603/3', Gl 1605/5', Gl 1607/7', Gl 1609/9' in der unter Abschnitt 7.2.1. beschriebenen Weise. Die Regelspannung liefert der Phasenvergleich im Interpolationsmischer (15); sie wird im Differenzverstärker T 1601, T 1602 - welcher gleichzeitig den Suchoszillator darstellt - verstärkt. Die Suchoszillatorfrequenz beträgt ca. 4 Hz.

Die Trennstufe T 1607, T 1608 erhält ihre Betriebsspannung über die Dioden Gl 1602, Gl 1604, Gl 1606 oder Gl 1608 vom jeweils eingeschalteten Oszillator.

Diese Dioden trennen auch den Ausgang des im Betrieb befindlichen Oszillators von den Ausgängen der abgeschalteten Oszillatoren. Gl 1610 begrenzt die Oszillatorspannung  $U_{ss}$  auf ca. 1,2 V.

### 7.3.17. Frequenzbereichsschalter (17)

Der Frequenzbereichsschalter dient zum Einschalten

- a) des benötigten Einzeloszillators im Trägeroszillator (16)
- b) des benötigten Einzeloszillators im Rastoszillator (14),
- c) der Potentiometer für die Einzeloszillatoren im Rastoszillator (14),
- d) des Interpolations-Oszillators (12) oder des gewünschten Festfrequenz-Oszillators (13)
- e) des an Bu 1701 und Bu 1202 anschließbaren Festfrequenzzusatzes FFZ-6.

Die für die Grobabstimmung der Einzeloszillatoren im Rastoszillator (14) benötigten Gleichspannungen werden mit den Potentiometern P 1701...P 1715 eingestellt. Der Frequenzbereichsschalter betätigt außerdem mechanisch die beiden links des Kommas stehenden Ziffernrollen der Frequenzanzeige.

### 7.3.18. 22-MHz-Oszillator (18)

Der 22-MHz-Oszillator liefert das Trägersignal für den Mischer II.

Der Oszillator mit T 1807 ist ein LC-Oszillator in kapazitiver Dreipunktschaltung, dessen Frequenz über die Kapazitätsdiode Gl 1805 durch einen Abtastphasenregler in der unter Abschnitt 7.2.1. beschriebenen Weise auf die interne 1-MHz-Normalfrequenz gerastet wird. Fang- und Ziehbereich betragen mindestens  $\pm 150$  kHz.

Die Diode Gl 1806 begrenzt die Oszillatorspannung  $U_{ss}$  auf ca. 1,2 V. Die Spule L 1801 und der Serienwiderstand R 1803 stellen im wesentlichen den Arbeitswiderstand von T 1801 dar. Durch die Parallelschaltung von L 1802 zu R 1803 wird erreicht, daß Punkt a des Diodenschalters gleichspannungsmäßig auf Potential Null liegt. Der Impulsformer T 1802 arbeitet als Sperrschwinger. Die Suchoszillatorfrequenz liegt bei ca. 20 Hz.

Da die zweite ZF 2 MHz beträgt, muß zur Vermeidung von ZF-Störungen eine Frequenzmodulation des Oszillators durch die 2. Harmonische der 1-MHz-Tastfrequenz unbedingt vermieden werden. Der auf 2 MHz abgestimmte Serienresonanzkreis L 1804, C 1807 soll deshalb der Regelspannung überlagerte 2-MHz-Störspannungen kurzschließen.



Der Tiefpaß C 1822, L 1805, C 1826 hat die Aufgabe, Oberwellen der 1-MHz-Tastfrequenz mit Frequenzen über 22 MHz, die über die Trennstufen T 1801, T 1804 in den Mischer II zurückgelangen könnten, zu unterdrücken.

#### 7.3.19. 2,11-MHz-Oszillator (19)

Der 2,11-MHz-Oszillator liefert das Trägersignal für den Mischer III.

Dieser Oszillator besteht im wesentlichen aus den Transistoren T 1901, T 1902 und T 1903 und dem Schwingquarz Q 1901; seine Frequenz wird über die Kapazitätsdiode Gl 1901 durch einen Abtastphasenregler in der unter Abschnitt 7.2.1. beschriebenen Weise auf die interne 10-kHz-Normalfrequenz gerastet.

Die Oszillatorspannung wird am Kollektor von T 1903 abgenommen und gelangt über T 1904 an den Mischer III und über die Trennstufen T 1905, T 1907 an den Phasenvergleich. Die 10-kHz-Tastspannung des Frequenzteilers (20) wird über die Schaltstufe T 1909 und Ü 1901 auf den Phasenvergleich gegeben.

R 1933, R 1934 und Gl 1906 bilden den Basisspannungsteiler für den Regelspannungsverstärker T 1908, T 1906.

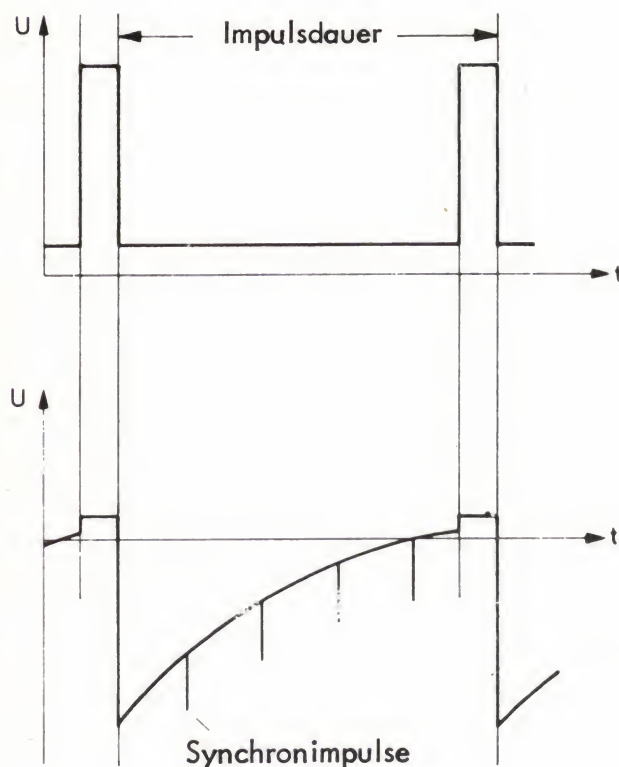
Die Frequenz des Quarzoszillators streut sehr wenig, deshalb benötigt diese Schaltung keinen Suchoszillator. Der Fangbereich beträgt mindestens  $\pm 100$  Hz.

#### 7.3.20. Frequenzteiler (20)

Der Frequenzteiler erzeugt durch Teilung der Frequenz des 1-MHz-Oszillators (11) 200 kHz für den Träger des Mischers IV und 10 kHz zur Rastung des 2,11-MHz-Oszillators und für die Abstimmunzeige.

Die Schaltung besteht aus 3 hintereinander geschalteten Frequenzteilern mit den Teilverhältnissen 5:1, 5:1 und 4:1 und einer Ausgangstrennstufe T 2010.

Jeder der Frequenzteiler besteht aus einem Monoflop mit 3 Transistoren, das von der 1-MHz-Quarzfrequenz bzw. vom vorhergehenden Frequenzteiler aus synchronisiert wird. Das Monoflop wird synchronisiert, wenn die Dauer seiner Ausgangsimpulse  $> \frac{1}{f_e} \cdot (n - 1)$  aber  $< \frac{1}{f_e} \cdot n$  ist ( $f_e$  = Eingangsfrequenz,  $n$  = Teilungsfaktor).



Spannungsverlauf am Emitter / T 2002  
bzw. T 2005  
bzw. T 2008

Spannungsverlauf an Basis/T 2001  
bzw. T 2004  
bzw. T 2007

Bild 7-16

### 7.3.21. Abstimmunzeige (21)

Die Abstimmunzeige vergleicht die Interpolationsfrequenz mit dem quarzgenauen 10-kHz-Spektrum und ermöglicht so eine Eichung der Interpolationsfrequenz bei allen ganzzahligen Vielfachen von 10 kHz.

Der Schaltung wird über Punkt 10 das Interpolationsfrequenzsignal 3 bis 4,1 MHz zugeführt, welches über die Trennstufen T 2101 und T 2102 auf eine Abtastschaltung (Gl 2101...Gl 2104, C 2111) gelangt, wie sie unter Abschnitt 7.2.1. beschrieben wurde. Die 10-kHz-Tastspannung des Frequenzteilers wird über die Schaltstufe T 2103 und Ü 2101 zugeführt.

Für eine Interpolationsfrequenz  $f_I \neq n \cdot f_{\text{tast}}$  ist die Spannung am Kondensator C 2111 eine Wechselspannung mit  $f = |f_I - n \cdot f_{\text{tast}}|$ . Diese Spannung wird durch den Verstärker T 2104, T 2105, dessen obere Grenzfrequenz bei ca. 5 kHz liegt, verstärkt und auf den Begrenzer T 2106, T 2107 gegeben. Die Rechteckspannung am Kollektor T 2107 mit  $U_{\text{ss}} \approx 2,5 \text{ V}$  gelangt auf einen Zähldiskriminator, der aus dem Differenzierglied C 2115, Gl 2105, T 2108 und dem Integrierkondensator C 2118 besteht. Aus diesem Grund wird erreicht, daß der Gleichstrom durch das anschließende Drehmagnet-Instrument J 2101 ungefähr proportional der Differenzfrequenz  $|f_I - n \cdot f_{\text{tast}}|$  verläuft.



Ein Vollausschlag wird etwa bei  $f = 2 \text{ kHz}$  erreicht.

Ist  $f_l = n \cdot f_{\text{tast}}$ , so erscheint am Kondensator C 2111 eine Gleichspannung, und der Gleichstrom durch J 2101 wird zu Null.

Liegt  $f_l$  genau in der Mitte zwischen zwei Linien des 10-kHz-Spektrums, so werden die beiden Differenzfrequenzen  $\Delta f = f_l - n \cdot f_{\text{tast}}$  und  $\Delta f' = (n + 1) \cdot f_{\text{tast}} - f_l$  gleich. Die beiden frequenzgleichen Spannungen an C 2111 können sich dann bei günstiger Phasenlage kompensieren, so daß bei jeder 5-kHz-Marke der Frequenzskala ebenfalls eine Nullanzeige am Instrument J 2101 auftreten kann. Diese Stör-Nullanzeige ist jedoch sehr scharf, so daß sie leicht von der richtigen Nullanzeige unterschieden werden kann.

### 7.3.22. 24-MHz-Eichoszillator und Eichbegrenzer (22)

Der 24-MHz-Eichoszillator liefert das "Zeichensignal" für den Eichmischer (23). Seine Amplitudenkonstanz bestimmt die Konstanz der Pegeleichung des SPM-6. Dadurch erklärt sich auch der große Schaltungsaufwand für den Eichbegrenzer und dessen Stromregler.

Der Oszillator mit T 2206 ist ein LC-Oszillator in kapazitiver Dreipunktschaltung, dessen Frequenz über die Kapazitätsdiode Gl 2207 durch einen Abtastphasenregler nach der im Abschnitt 7.2.1. beschriebenen Weise auf die interne 1-MHz-Normalfrequenz gerastet wird. Der Fangbereich der Schaltung beträgt mindestens  $\pm 360 \text{ kHz}$ .

Um die tatsächliche Eichzeit nicht unnötig zu verkleinern, soll die Zeit vom Beginn des Eichtakts bis zum Einrasten der Oszillatorfrequenz auf einen Wert von genau 24 MHz kleiner als 15 ms sein. Die durch Gl 2208 auf  $U_{ss} \approx 1,2 \text{ V}$  begrenzte Oszillatorspannung wird durch den Differenzverstärker T 2204, T 2205 verstärkt und erneut begrenzt. Vom Kollektor des Transistors T 2204 gelangt das Signal an den Äbtaster. Der Kollektorwiderstand wird durch R 2203 gebildet; über die Spule L 2201 liegt Punkt f gleichspannungsmäßig auf Potential Null.

Der Impulsformer T 2201 arbeitet als Sperrschwinger. Die Suchoszillatorfrequenz beträgt ca. 40 Hz.

R 2210, R 2211 und Gl 2205 dienen zur Kompensation der Nichtlinearität der Kennlinie von Gl 2207.

Vom Kollektor des Transistors T 2205 gelangt die Oszillatorspannung auf den Eichbegrenzer T 2207, T 2208, der als Differenzverstärker geschaltet ist und dessen Summen-

Emitterstrom durch die Spannung am Verbindungspunkt R 2232, R 2233 bestimmt ist. Durch Vergleich dieser Spannung mit der am Potentiometer P 2502<sup>1)</sup> eingestellten Referenzspannung im Differenzverstärker T 2511, T 2511<sup>1)</sup> werden die Basisspannungen des Eichbegrenzers über den Regelverstärker T 2513<sup>1)</sup> in der Weise nachgeregelt, daß der Summen-Emitterstrom konstant bleibt. Dadurch erreicht man einen konstanten 24-MHz-Strom vom Kollektor des Transistors T 2208 zum Eichmischer (23) .

Um Batterieenergie zu sparen und Störungen zu vermeiden, werden - gesteuert durch den Eichtaktgeber - der Oszillator, der Vorbegrenzer, der Eichbegrenzer und der Regelverstärker durch Abschalten der Basisspannung von T 2510<sup>1)</sup> während des Meßtakts außer Betrieb genommen.

### 7.3.23. Eichmischer und Trennstufe (23)

Der Eichmischer erzeugt durch Mischung des vom Trägeroszillator (16) kommenden Trägersignals mit dem 24-MHz-Signal des Eichoszillators (22) die Eichspannung mit einem Pegel von -30 dB (-3,4 Np), deren Frequenz immer gleich der Empfangsfrequenz ist. Die Trennstufen T 2307 und T 2306 für das Trägersignal mit dem dazwischengeschalteten 50-MHz-Tiefpaß sollen vor allem verhindern, daß solche Spannungen aus dem Eichmischer in den Mischer I (3) zurückgelangen, die dort durch den Mischprozeß die 1. ZF ergeben könnten.

Der anschließende Trägerbegrenzer, bestehend aus den hintereinandergeschalteten Differenzverstärkern T 2303, T 2305 und T 2302, T 2304 speist den Mischerübertrager Ü 2301 im Gegentakt.

Das 24-MHz-Zeichen gelangt über die 48-MHz-Sperre und die Trennstufe T 2301 zum Eichmischer.

Bei einer Empfangs- bzw. Eichfrequenz von 12 MHz kann die zugehörige Trägerfrequenz von 36 MHz zusammen mit der 1. Oberwelle des 24-MHz-Zeichens ebenfalls eine 12-MHz-Eichfrequenz erzeugen. Dies würde zu Eichfehlern bei dieser Frequenz führen. Die 48-MHz-Sperre L 2301, C 2302 unterdrückt deshalb die besagte 1. Oberwelle.

---

<sup>1)</sup> Diese Schaltungsteile befinden sich im "Spannungsregler (25)" auf der Leiterplatte 341-AN 1



Dem Eichmischer ist ein 3-dB-Dämpfungsglied (R 2335, R 2317, R 2336) nachgeschaltet, damit die Schaltung breitbandig mit  $75\ \Omega$  abgeschlossen ist. Mit L 102 wird der Frequenzgang der Eichspannung korrigiert.

Die Ausgangsspannung des Mixers enthält das Nutzsignal mit der Frequenz  $f = f_T - f_{\text{Eichosz.}}$  mit einem Pegel von -30 dB. Außerdem enthält die Ausgangsspannung noch Signale mit den Frequenzen  $f_T + f_{\text{Eichosz.}}$  und  $f_{\text{Eichosz.}}$ , welche jedoch nicht stören.

#### 7.3.24. Trennstufen für Fremdsteuerung (24)

Über diese Trennstufen werden die Steuersignale für den Synchronbetrieb eines Pegelsenders PS-6 an den Buchsen Bu 2401 und Bu 2402 zur Verfügung gestellt.

Das Trägerfrequenzsignal von 24 bis 43 MHz gelangt über die Basisstufe T 2402 und den Anpassungsübertrager Ü 2401 an Bu 2401.

Die interne 1-MHz-Normalfrequenz gelangt über die Kollektorstufe T 2401 an die Buchse Bu 2402. Da diese Stufe nur bei Fremdsteuerbetrieb mit dem Pegelsender PS-6 benötigt wird, ist sie auch nur in dieser Betriebsart eingeschaltet. Den Emitterstrom erhält T 2401 aus dem PS-6. Um auch ohne PS-6 der Bu 2402 die Normalfrequenzspannung von 1 MHz entnehmen zu können, ist deshalb eine externe Stromversorgung erforderlich. Die Schaltung ist nachfolgendem Bild zu entnehmen.

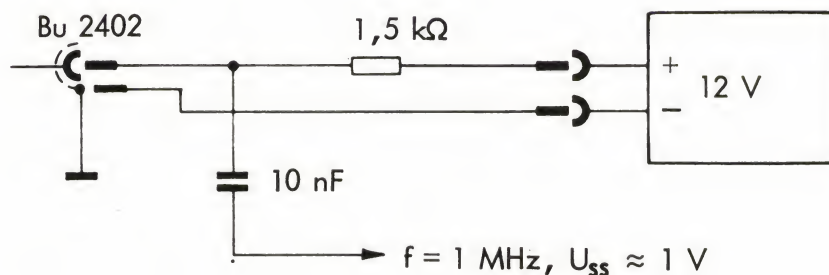


Bild 7-17

#### 7.3.25. Spannungsregler (25)

Der Spannungsregler erzeugt aus der vom Netzteil oder den Batterien gelieferten Gleichspannung von 33 bis 48 V die auf Masse bezogenen Versorgungsspannungen

<sup>1)</sup> R 138 und L 102 sitzen auf der Leiterplatte 341-AT 2 und schließen die Leitung vom Eichmischer an St 101 ab.

+ 12 V und - 12 V, sowie eine positive Hilfsspannung.

Diese Schaltung gliedert sich im wesentlichen in die 4 folgenden Teile :

Spannungsregler, Strombegrenzer, Mittelpunktschaltung und Tiefentladungsschutz.

#### a) Spannungsregler

Der Spannungsregler erzeugt eine von Eingangsspannung- und Lastschwankungen unabhängige, massefreie Gleichspannung von 24 V bei Eingangsspannungen zwischen 33 und 48 V.

Der Differenzverstärker T 2508, T 2508' vergleicht die geteilte Ausgangsspannung mit einer hochkonstanten Referenzspannung, welche an Gl 2508 erzeugt wird. Die Differenz der beiden Spannungen steuert über T 2507 und T 2506 den als Stellglied wirkenden Transistor T 2505. Die Ringverstärkung des Spannungsreglers beträgt ca. 72 dB.

Der Strom durch das Referenzelement Gl 2508 wird von der (konstanten) Ausgangsspannung des Spannungsreglers abgeleitet. Durch diese Maßnahme erzielt man einen konstanten Strom durch Gl 2508 und somit eine hochkonstante Referenzspannung. Die Schaltung kann dadurch nicht von selbst anlaufen und braucht deshalb eine Starthilfe (Gl 2506, Gl 2507). Hat der Spannungsregler seinen Arbeitspunkt erreicht, so schaltet Gl 2507 die Hilfszenerdiode Gl 2506 ab, da nun die Spannung an Gl 2508 größer ist als an Gl 2506.

#### b) Strombegrenzer

Der Spannungsabfall an R 2503 ist proportional zu dem durch diesen Widerstand fließenden Strom. Bei einem Laststrom von 130 mA und mehr wird durch diesen Spannungsabfall der Transistor T 2509 eingeschaltet; letzterer übernimmt dann teilweise den Kollektorstrom von T 2507, so daß die Ausgangsspannung absinkt und der Laststrom auf höchstens 130 mA begrenzt wird.

#### c) Mittelpunktschaltung

Aus der 24-V-Ausgangsgleichspannung des Spannungsreglers entstehen in der nachfolgenden Mittelpunktschaltung zwei Gleichspannungen von + 12 V und - 12 V gegen Masse. Der Differenzverstärker T 2512, T 2512' vergleicht die Spannung an Masse mit der halben 24-V-Spannung, die durch Teilung an R 2531, R 2532 entsteht. Das Ausgangssignal von T 2512, T 2512' wird im Differenzverstärker T 2514, T 2515 verstärkt und auf die Basen der Transistoren T 2516 und T 2517 gegeben, welche mit ihren



Emittern an Masse liegen. Die Ringverstärkung des so entstandenen Regelkreises beträgt ca. 70 dB. Die Transistoren T 2518 und T 2519 sorgen für einen Ausgleich unterschiedlicher Belastung der beiden 12-V-Spannungsquellen und verhindern somit, daß eine der beiden Gleichspannungen im Falle eines Kurzschlusses der anderen Spannung hochge-regelt wird.

#### d) Tiefentladungsschutz

Dieser Schaltungsteil dient zur Schonung der Batterien. Der Differenzverstärker T 2502, T 2503 vergleicht die Spannung an Gl 2505 mit dem an der Basis von T 2502 liegenden Teil der Eingangsspannung. Da das Potential am Abgriff von P 2501 bei ge-nügend großer Eingangsspannung höher ist als das Potential an der Basis von T 2503, leitet T 2502 und dadurch auch T 2504, während T 2503 sperrt. Der Spannungsregler ist in Betrieb.

Sinkt die Eingangsspannung unter 33 V ab ( $\hat{=}$  1,1 V pro Zelle), so sperrt Transistor T 2502 und damit auch T 2504. Dadurch werden T 2507 und T 2508 stromlos und der Spannungsregler schaltet ab. T 2503 übernimmt den Strom von T 2502. Dadurch steigt der Spannungsabfall an R 2511, was den Umkippvorgang beschleunigt.

Eine Hysterese der Schaltung verhindert ein ständiges Umschalten, nachdem einmal die Einschaltsschwelle für zu niedrige Batteriespannung erreicht wurde. Erst nachdem die Batteriespannung wieder um 3 V über die untere Grenze angestiegen ist, kippt die Schaltung (T 2504) in ihre Ruhelage zurück. Über T 2501, R 2506 wird in der Stellung "Kontrolle" des Schalters S 2701 die Batteriespannung auf das Instrument J 2701 gegeben.

An Gl 2511 wird eine hochkonstante, mit Potentiometer P 2503 einstellbare<sub>x</sub> Referenzspannung für den Verstärkungsregler in der Ausgangsschaltung (8) erzeugt.

Der Schaltungsteil T 2510, T 2511, T 2513 wurde im Abschnitt 7.4.22. (Eichoszillator (22) ) beschrieben.

### 7.3.26. Demodulator-Zusatz (26)

Diese Baugruppe dient zur Demodulation der 10-kHz-ZF-Signale, welche ein- oder zweiseitenband-amplitudenmoduliert sein können.

Das modulierte ZF-Signal gelangt über den Verstärker T 2604, T 2603 auf den Demodulator Ü 2601, Gl 2601, Gl 2602. Bei Zweiseitenbandmodulation steht der Schalter S 2601 in Stellung 4. Die Oszillatoren T 2605 und T 2606 sind außer Betrieb, das Signal wird normal demoduliert.

Das Trägersignal liefert bei Einseitenbandmodulation der über S 2601 eingeschaltete Oszillator; dies ist bei Regellage in Stellung 3 der Oszillator T 2606 mit 8,65 kHz und bei Kehrlage in Stellung 2 der Oszillator T 2605 mit 11,35 kHz.

Über den Transistor T 2601, der mit dem jeweils eingeschalteten Oszillator einen Differenzverstärker und Begrenzer bildet, gelangt das Trägersignal ebenfalls auf den Demodulator.

Der Tiefpaß C 2605, L 2601, C 2602 mit einer Grenzfrequenz von 3 kHz läßt nur das untere Seitenband passieren. Trägersignal, Zeichensignal und das obere Seitenband werden gedämpft.

S 2602 wird über die Schaltbuchse Bu 2601 betätigt. Bei nicht benutzter Bu 2601 ist somit der gesamte Demodulator-Zusatz abgeschaltet, um Batterieenergie zu sparen.

Über den Adapter-Ausgang Bu 2602 kann der Demodulator-Zusatz ferngesteuert werden (siehe Abschnitt 2.4.).

Bei eingeschaltetem Demodulator-Zusatz wird über den Schalter S 2601/c der Eichtakt ausgeschaltet, um an Buchse Bu 2601 ein vom Eichzyklus unbeeinflußtes Signal zu erhalten. Gleichzeitig wird über S 2601/b das Instrument J 2701 kurzgeschlossen, so daß Fehlmessungen mit dem während dieser Betriebsart nicht nachgezeichneten Gerät nicht möglich sind.

### 7.3.27. Netzteil (27)

Das Netzteil enthält die Batterien und deren Ladeeinrichtungen. Es liefert die Eingangsspannung des Spannungsreglers (25).

Die Gerätemasse ist gegen die Netzerde über einen Widerstand von mindestens 50  $\Omega$  im ganzen Frequenzbereich entkoppelt. Da auf diese Weise der Schutzleiter nicht mehr niederohmig mit den berührbaren, leitenden Geräteteilen verbunden ist, werden besonders hohe Anforderungen an die Isolation des Netzteils gestellt.



Auf den Netztransformator und den Gleichrichter folgt ein Stromregler, der je nach Betriebsart unterschiedliche Ströme liefern muß:

S 2701	Strom	
Stellung 3, "Laden"	50 mA	Der Pufferstrom wird mit P 2701 eingestellt
Stellung 4, "Messen $\text{---}$ "	100 mA (Pufferbetrieb)	
Stellung 5, "Messen $\sim$ "	150 mA	

Das Stromangebot an die nachfolgende Schaltung wird durch deren Spitzenbedarf bestimmt. Dieser tritt im Eichtakt auf, wenn gleichzeitig die Übersteuerungskontrolle betätigt wird. In der Betriebsart "Messen  $\sim$ " fließt über die Z-Diode GI 2703 der überschüssige Strom, den der Spannungsregler (25) nicht aufnehmen kann.

Die Reihenschaltung von GI 2703 und GI 2705 übernimmt den Ladestrom bei aufgeladener Batterie.

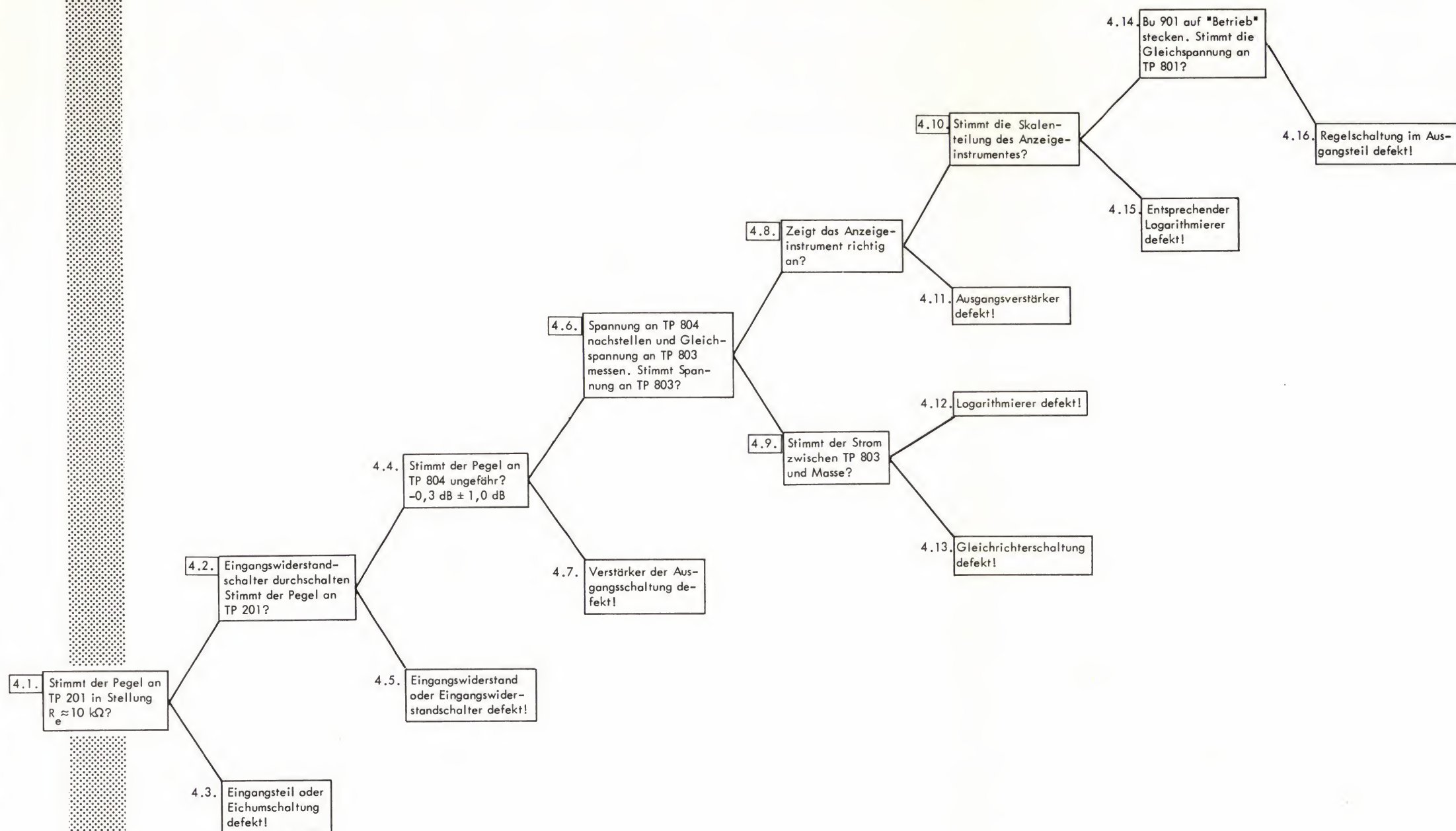
GI 2704 schützt die Batterie vor Entladung bei abgeschaltetem Netz.

In Stellung "Kontrolle" liegt das Instrument J 2701 in Reihe mit R 2506 (im Spannungsregler) an der Batteriespannung. Dabei ist das Gerät voll in Betrieb, d. h. die Batterien sind belastet.

## **8. HINWEISE ZUR REPARATUR UND FEHLERSUCHE**



JA

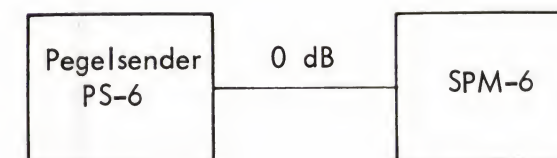


NEIN

Bei Messungen ohne angegebene Sollwerte sind diese aus dem "Pegelplan" (8.5.2.) und aus den "Oszillogrammen" (8.5.3.) zu entnehmen. Bei allen mit Rechtecken gekennzeichneten Meßschritten (z.B. 4.2.) sind die nachfolgenden Anmerkungen zu beachten.

### Meßanordnung:

Bu 901 auf "Messen" stecken!



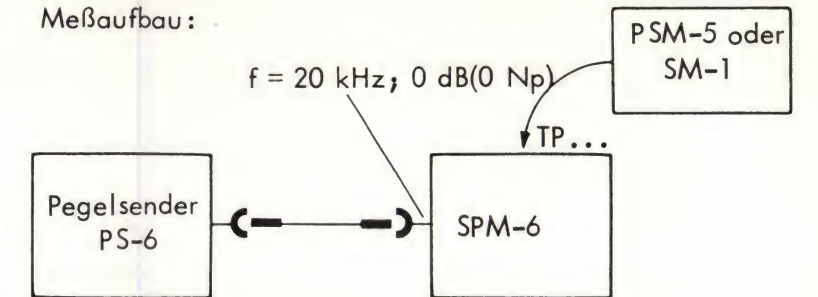
Einstellungen: f = 20 kHz	=	f = 20 kHz
Ri		Re
0 dB		0 dB
Anzeige "x 1"		Anzeige "x 10"
Die anderen Einstellungen sind beliebig		

Diese Angaben gelten nur, wenn bei der einzelnen Messung keine anderen Anmerkungen gegeben werden.



Meßpunkt	Frequenz	SOLLWERTE (Pegelangaben in dB; 0 dB $\hat{=}$ 0,775 V)		gemessen mit	Bemerkungen
		dB-Eichung	Np-Eichung		
TP 201/Bild 8-5	20 kHz	-36,7	-40,2	PSM-5 + TK -8 oder SM-1	
TP 301/Bild 8-5	24 MHz	-50,0	-53,2	PSM-5 + TK -8	Diese Spg.kann nur selektiv gemessen werden.
TP 401/Bild 8-6	2 MHz	-47,5	-51,1	PSM-5 + TK-8	Diese Spg. kann nur selektiv gemessen werden.
TP 502/Bild 8-6	110 kHz	-37,1	-40,6	PSM-5 + TK -8 oder SM-1	
TP 701/Bild 8-4	10 kHz	-32,6	-36,8	"	Die Pegel dürfen absolut gesehen um $\pm 2$ dB schwanken.
TP 702/Bild 8-4	10 kHz	-23,9	-27,0	"	
TP 703/Bild 8-4	10 kHz	-44,0	-42,0	"	
TP 704/Bild 8-4	10 kHz	-24,0	-30,8	"	
TP 801/Bild 8-5	Gleichspg.	+2,0 V	+2,0 V	100 k $\Omega$ /V	
TP 802/Bild 8-5	10 kHz	-49,3	-49,2	PSM-5 + TK-8 oder SM-1	
TP 803/Bild 8-5	Gleichspg.	+7,5 V	+7,5 V	100 k $\Omega$ /V	
TP 804/Bild 8-5	10 kHz	+ 0,6 - 0,3	+ 0,6 - 0,3	SM-1 PSM-5 + TK-8	Testpunkt hat bei normalem Betrieb durch die Wirkung der Regelschaltung einen Innenwiderstand von ca. 1 k $\Omega$
Bu 801/Bild 8-6	Gleichspg.	+6,23 V	+6,23 V	100 k $\Omega$ /V	
Bu 2601/Bild 8-6	1,35 kHz	-3	-3	PSM-5 + TK-8 oder SM-1	S 2601 in Stellung 2 und Stellung 3 bringen.

Meßaufbau:



Frequenzabstimmung: 20 kHz  
Meßbereich: 0 dB (0 Np)  
Anzeigebereichumschalter:  $\times 10$   
Bandbreite: 1,7 kHz

Beim Messen wird der Einfluß des autom. Eichvorgangs durch eine periodische Schwankung der Anzeige am PSM-5 deutlich. Während des Eichtakts verschwindet der Meßpegel, deshalb muß der Meßwert am Ende des Meßtakts, also vor einem neuen Eichtakt abgelesen werden. Dies ist bei den angegebenen Prüfgeräten ohne weiteres möglich.

Werden Prüfgeräte mit trägerer Anzeige benutzt, so muß Bu 901 auf "Messen" gesteckt werden. Es gelten dann alle Werte des Pegelplans mit Ausnahme von der an TP 803, 804 und Bu 801, die um ca.  $\pm 10$  % abweichen können, sowie an TP 801, wo in diesem Falle + 2,2 V (Serie A: + 3 V) liegen.

Diese Betriebsart empfiehlt sich auch bei der Suche nach Ursachen kurzzeitiger Störungen.

Anmerkung: Die Pegel an TP 201 bis TP 802 sind Mittelwerte. Abweichungen von  $\approx 0,5$  dB von Meßpunkt zu Meßpunkt werden von Bauelementetoleranzen usw. verursacht. Der Pegel an TP 804 ist frei von Toleranzen, da vorherige Pegelfehler von dem Eichregler ausgegelt werden.

8.5.2.

SPM-6 / BN 341

Pegelplan



## 8. HINWEISE ZUR REPARATUR UND FEHLERSUCHE

---

Achtung: Wird bei Reparaturarbeiten das Gerät geöffnet, so ist vorher der Netzstecker zu ziehen.

Das Kapitel 5 "Wartung und Sonstiges" der Beschreibung und Bedienungsanleitung muß als bekannt vorausgesetzt werden.

### 8.1. Demontage des Geräts

#### 8.1.1. Lösen der Geräteabdeckungen

An der Geräterückseite sind die 2 Halteschrauben des entsprechenden Abdeckblechs zu entfernen und das Blech nach hinten herauszuziehen. Die Rückwand ist mit 4 Schrauben befestigt.

#### 8.1.2. Entfernen eines Bedienungsknopfes

Nach dem Abziehen des Knopfdeckels ist die Schraube in der Knopfmitte zu lösen. Danach kann der Knopf von der Achse abgezogen werden. Sollte sich der Klemmkonus des Knopfes nicht von selbst lockern, so ist leicht gegen die gelöste Schraube zu klopfen. Ein Sonderwerkzeug befindet sich in Vorbereitung.

#### 8.1.3. Ausbau der Frontplatte

##### a) Geräte der Serie D

Zunächst müssen die Bedienungsknöpfe abgezogen und die Abdeckplatte abgeschraubt werden. Danach sind die "Subminax"-Verbindung von (12) nach (21) und die Stecker St 101 und St 201 zu lösen. Um ein Verkratzen der Zahlen auf der Trommel für die gestufte Pegelanzeige zu verhindern, ist der Meßbereichsschalter S 1001 auf -62 dB (-7,5 Np) zu stellen. Anschließend sind die mit einem roten Ring gekennzeichneten Schrauben an der Frontseite herauszudrehen, wonach sich die Frontplatte nach vorn herausziehen läßt.

##### b) Geräte ab Serie E

Bei Geräten dieser Serie sind lediglich der Deckel und die Zierleiste zu entfernen, sowie die Schrauben am vorderen Gehäusesteg zu lösen. Daraufhin läßt sich die Frontplatte nach vorn herausziehen.

#### 8.1.4. Öffnen und Ausbau des Klappchassis

Um an die Baugruppen im Gerätezentrum bequem heranzukommen, ist die mittlere obere Wanne als Klappchassis konstruiert. Es sind die beiden Befestigungsschrauben zu lösen und die Antriebskupplung des Bandbreitenschalters auszuhängen. Danach kann das Klappchassis nach oben geklappt werden bis die seitlich angebrachte Rückfallsperre einrastet. Beim Schließen ist erst die Rückfallsperre durch seitliches Wegdrücken auszurasten.

Zum Messen oder Auswechseln der Bausteine (13), (18), (19) und (22) kann das Klappchassis ganz nach hinten umgelegt werden. Ausbau: Nach Lösen der beiden "Subminax" Stecker an der Klappchassissrückseite (Baugruppe (5) und (20)) und nach Abziehen des mehrpoligen Amphenolsteckers muß die rechte Aufhängung (Scharnier) durch Lösen der beiden Schrauben vom Rahmen getrennt werden.

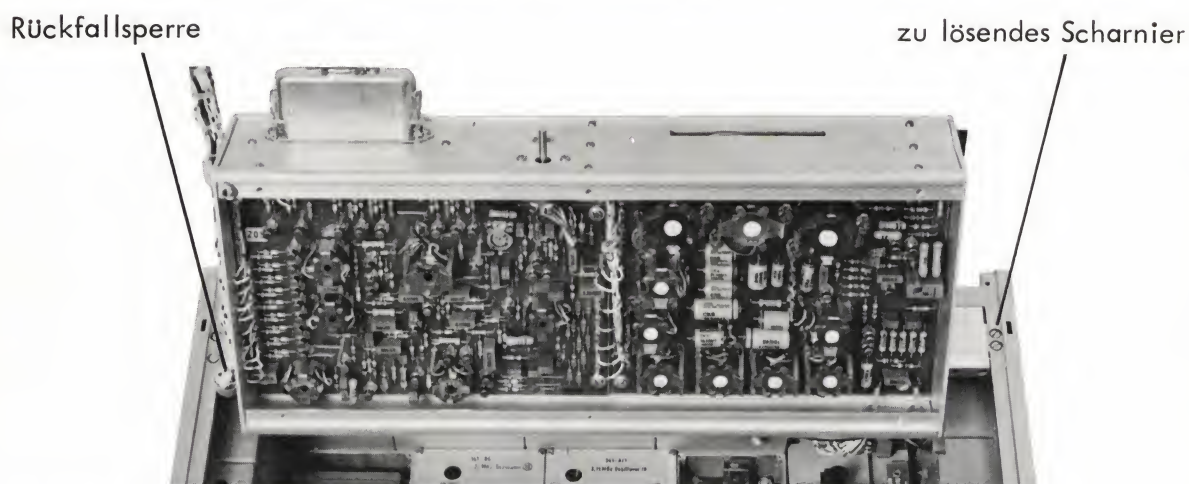


Bild 8-1

#### 8.1.5. Ausbau gedruckter Schaltungen

Hierzu ist zuerst der Deckel der entsprechenden Wanne zu entfernen. Nachdem die Anschlußdrähte abgelötet und die Befestigungsschrauben der Platine herausgedreht sind, läßt sich die gedruckte Schaltung nach oben herausnehmen.

#### 8.1.6. Deckel mit gefiederten Abschirmungen

Werden bei Prüf- oder Reparaturarbeiten Wannendeckel mit gefiederten Abschirmblechen abgenommen, so ist beim Zusammenbau unbedingt darauf zu achten, daß alle



Schrauben eingedreht und festgezogen werden. Es könnten sonst Einstreuungen aufgrund ungenügender Abschirmung zu ZF-Störspannungen im Gerät führen.

#### 8.1.7. 24-MHz-Oszillator

Die Baugruppe (22) ist besonders gut abgeschirmt. Hier ist es sogar notwendig, auch die Löcher für die Testpunkte im Wannendeckel zu verschließen. Für Messungen an den Testpunkten TP 2201 und TP 2202 läßt sich die Verschlußschraube mit einer Münze herausdrehen.

#### 8.1.8. Lösen der Deckel des Eingangsteils

Um den unteren Kammerdeckel abzunehmen, ist vorher die untere Zierleiste durch Lösen von drei Kreuzschlitzschrauben zu entfernen.

Die oberen Deckel werden erst nach dem Ausbau des Anzeigeinstruments J 2701 und der Leiterplatte 341 AV zugänglich. Das Instrument läßt sich nach Lösen der 2 Schlitzschrauben an der Instrumentenrückseite schrägstellen. Werden nun noch der Stecker auf der Platine 341 AV abgenommen und die Anschlußdrähte am Instrument J 2701 gelöst, so läßt sich das Instrument nach oben herausnehmen.

Zum Entfernen der Platine 341-AV sind nach Abnehmen des Steckers nur noch die 4 Einzeldrähte an der linken Seite abzuziehen und die Befestigungsschrauben zu lösen. Danach kann die Platine weggeschwenkt werden, so daß der darunterliegende Wannendeckel zugänglich wird.

#### 8.1.9. Netzteil ausbau

Hierzu sind das Klappchassis und die Abdeckplatte der Rückwand zu entfernen. Nach dem Lösen der entsprechenden Schrauben an der Rückwand und 4 Schrauben am Netzteil (im Gerät), ist der Baustein mechanisch gelöst. Nach Ablösen der Anschlußdrähte kann das Netzteil nach hinten herausgezogen werden.

#### 8.2. Pflege von Geräteteilen

Allgemeine Pflege- und Wartungsanweisungen, z. B. Austausch von Batterien oder Sicherungen befinden sich im Kapitel 5.

### 8.2.1. Antrieb des Interpolationsoszillators

Wegen der schwierigen Montage und Justierung ist es für den Kunden nicht ratsam, den Antrieb auszubauen!

Bei Schwergängigkeit des Antriebs ist die Achse, auf der sich die Schwungscheibe befindet, zu ölen. Machen sich im Zählwerk beim Durchdrehen der Frequenzanzeige laute Schnarrgeräusche bemerkbar, so sind außer der oben angeführten Achse auch noch die Lager der letzten Ziffernrolle (kHz x 1) leicht zu ölen. Es ist das Precision-Oil Nr. 28/2,5°E <sup>1)</sup> zu verwenden.

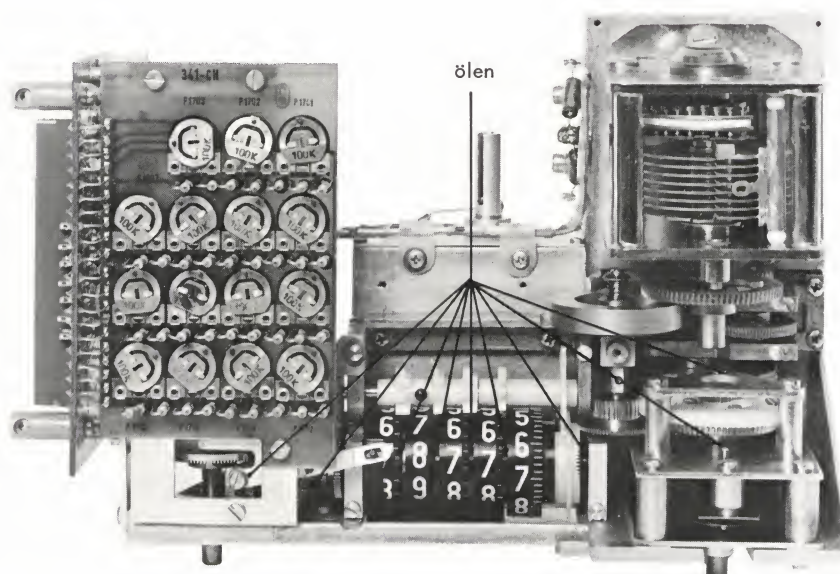


Bild 8-2

### 8.2.2. Reinigung des Empfindlichkeitsschalters

Zu diesem Zwecke ist von der ausgebauten Frontplatte (8.1.3.) nach Kennzeichnen und Lösen der Anschlußdrähte und nach Herausdrehen der Befestigungsschrauben der Schalter herauszuziehen. Der Schalter muß an den Anschlag gedreht werden; außerdem ist auf die Stellung der Kontaktstifte zu achten. Mit einem Innensechskantschlüssel löst man die Schrauben der Kontaktstifthalterplatte. Die Halterplatte kann danach leicht abgezogen werden. Zur Reinigung der Kontaktbahnen wird mit Vorteil ein sauberer, trockener Lappen oder ein weicher Radiergummi verwendet.

Wichtig: keine Lösungsmittel verwenden

---

<sup>1)</sup> zu beziehen durch Firma RIEDEL, Freiburg, WYNN-Betrieb



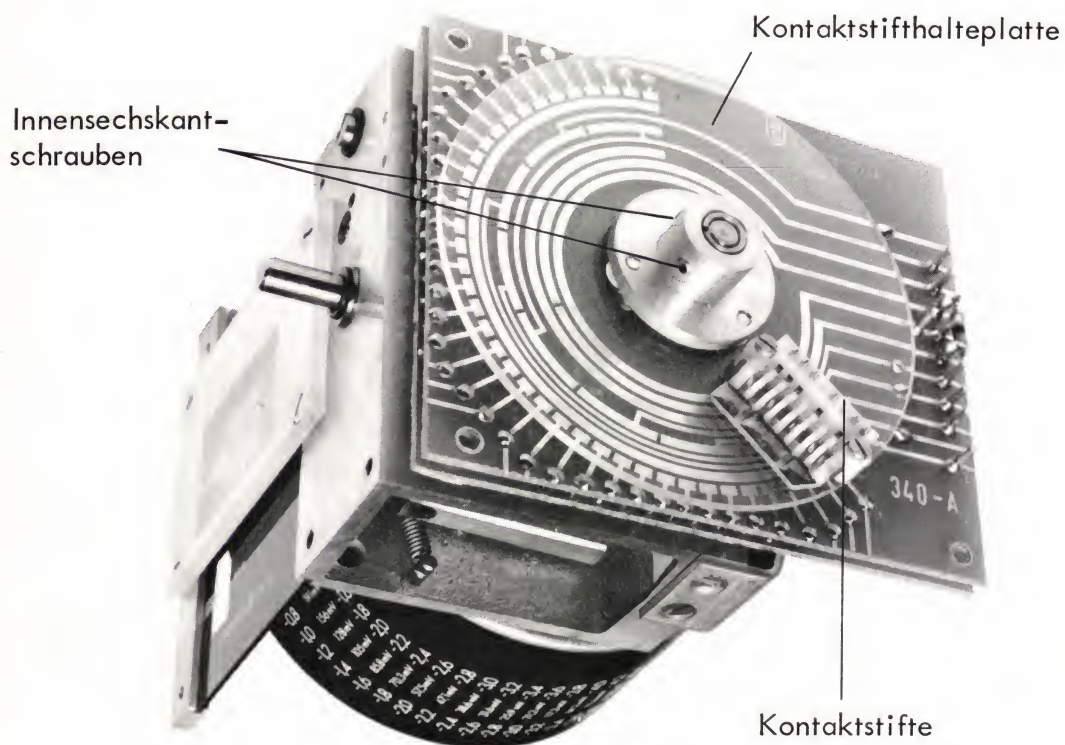


Bild 8-3

Schließlich wird die Halteplatte wieder aufgesetzt und so tief montiert, daß von den im unbelasteten Zustand herausragenden Kontaktstiften nur noch die Hälfte zu sehen ist. Die weitere Montage erfolgt entsprechend.

### 8.3. Sicherheitsmaßnahmen

#### 8.3.1. Reparaturen am Netzteil

Bei Fehlerbeseitigungen im Netzteil ist zu beachten, daß die Primärseite des Netztransformators gegen Gerätemasse isoliert ist. Der Schutzleiter ist ebenfalls gegen Gerätemasse isoliert und wird lediglich als Abschirmung zwischen Primär- und Sekundärwicklung verwendet. Nach VDE ist deshalb eine Durchschlagsfestigkeit von 4000 V zwischen Gerätemasse und Netz vorgeschrieben.

Überstehende Schaltdrähte und liegengebliebene Metallteile im Netzteil verringern die Durchschlagsfestigkeit des Primärteils und beeinträchtigen damit die Gerätesicherheit.

#### 8.4. Lage der Baugruppen, Abgleichelemente und Testpunkte im Gerät

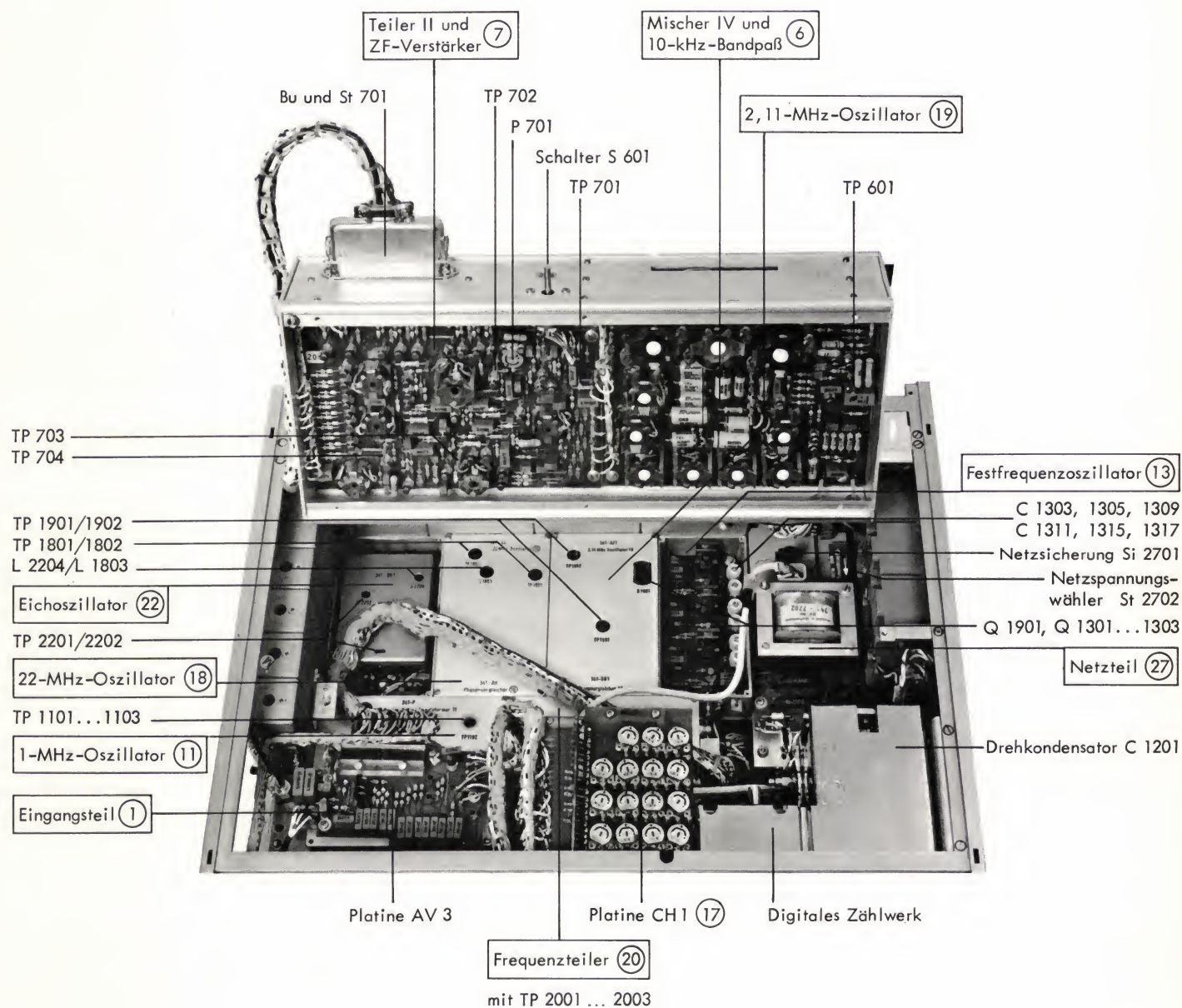


Bild 8-4 Gerät von oben mit offenem Klappchassis (untere Wanne)





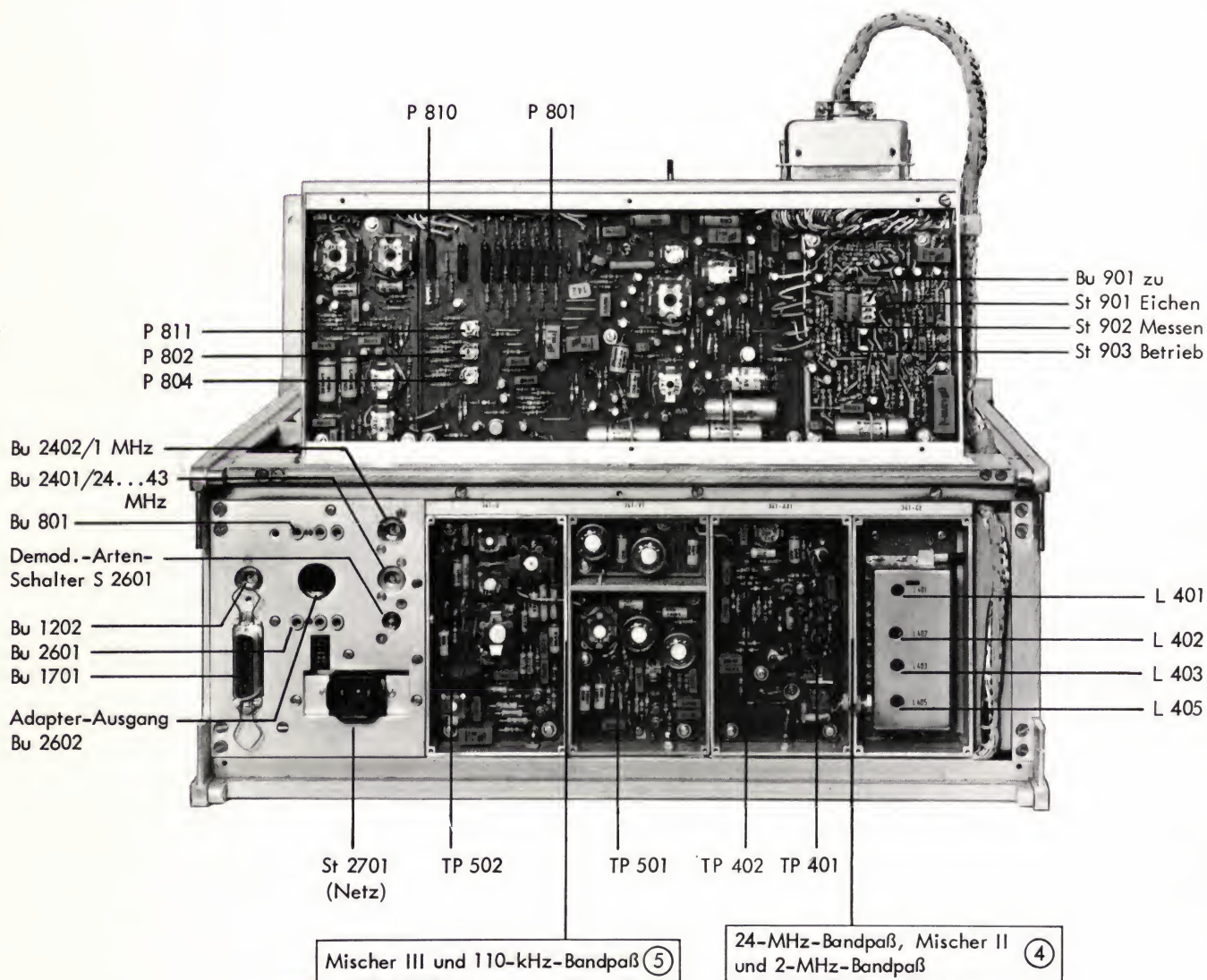


Bild 8-7 Gerät von hinten mit Klappchassis (obere Wanne)



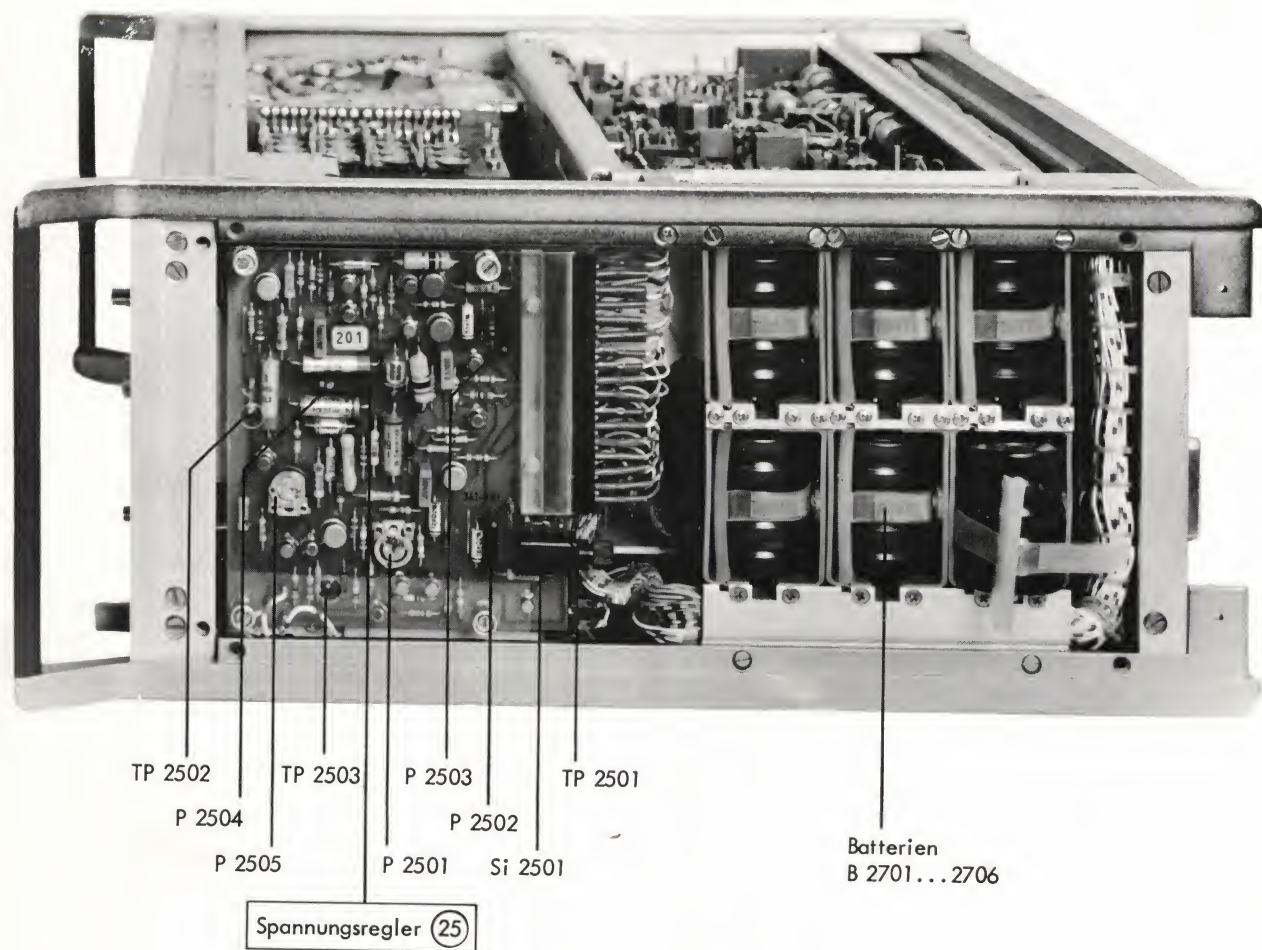


Bild 8-7 Gerät von rechts

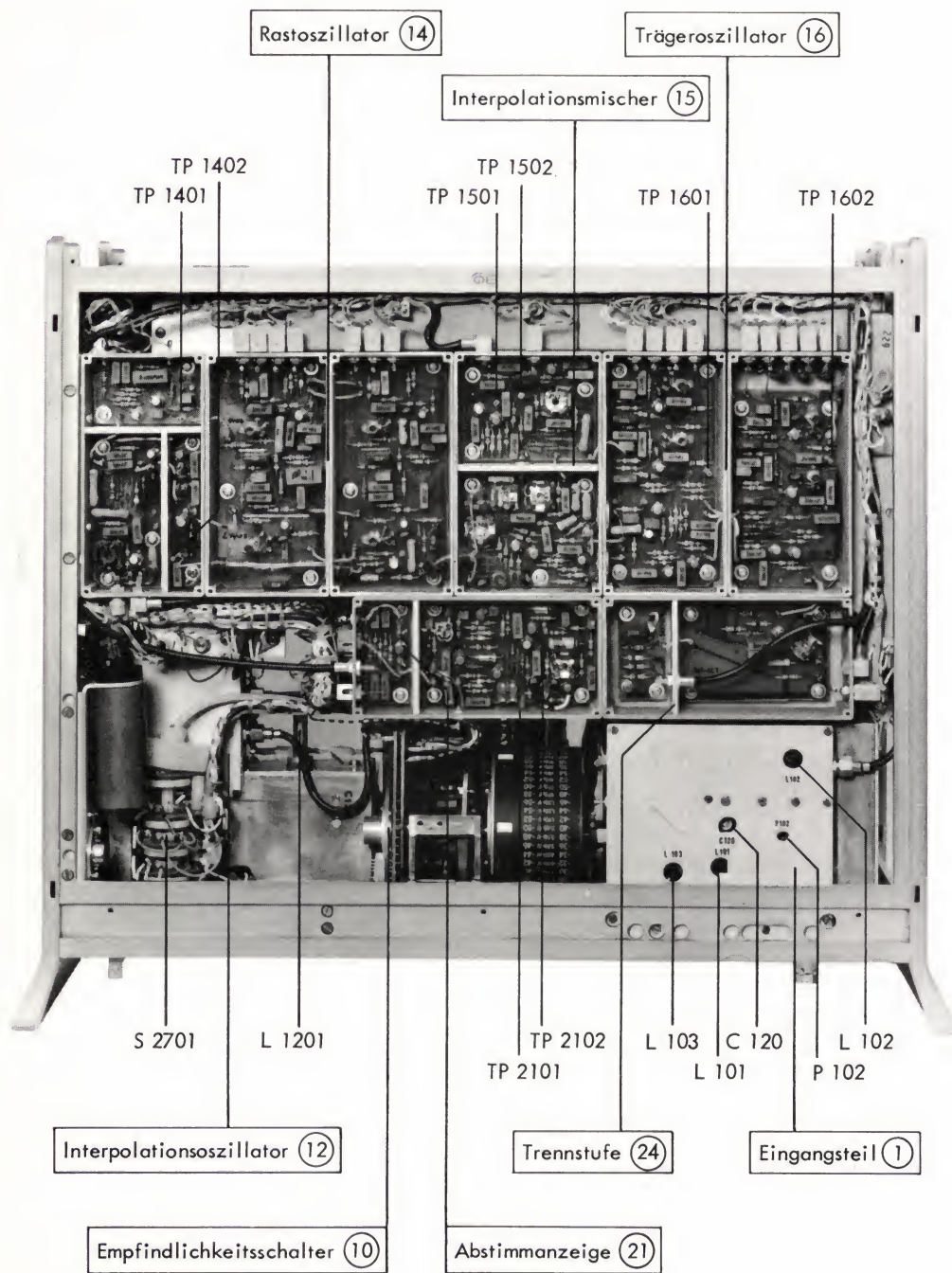


Bild 8-8 Gerät von unten



## 8.5. Tabellen und Pläne zur systematischen Fehlereingrenzung

---

Dieses Kapitel enthält in der nachstehenden Reihenfolge alle für die Fehlersuche und Fehlereingrenzung erforderlichen Pläne und Übersichtsblätter:

- a) Fehlersuchpläne      Ja-nein-Anweisungen zum Eingrenzen und Auffinden von Fehlerquellen
- b) Pegelplan            Sollpegel an verschiedenen Testpunkten im Signalweg
- c) Oszillogramme       Sollform und Sollgröße der geräteintern erzeugten Signale an allen wichtigen Testpunkten
- d) Relaisplan            Schaltzustand der Relais bei verschiedenen Betriebsarten

Fehlersuchplan I soll dem Gerätebenutzer helfen, auftretende Fehler mit wenig Zeitaufwand einzugrenzen, soweit dies von der Gerätefrontplatte aus durchführbar ist. Es wird damit die Möglichkeit geschaffen, auch mit begrenzten Meßmitteln etwas genauere Angaben über beobachtete Fehler an eine zentrale Wartungsstelle oder an den Hersteller weiterzugeben.

Dem weniger geübten Servicetechniker sollen die Fehlersuchpläne II, III und IV dienen. Hier übernehmen die Suchpläne die Aufgabe, die richtige Reihenfolge der Messungen festzulegen. Die Pläne wurden dabei bewußt so gestaltet, daß sich der Benutzer während der Messungen in das Gerätekonzept einarbeiten kann.

Die Suchpläne sind deshalb etwas ausführlicher als ein auf minimale Suchzeit abgestimmter Suchplan, gewinnen dafür aber an Übersichtlichkeit.

Fehlersuchplan II umfaßt in erster Linie die Gleichspannungsversorgung und die Frequenzerzeugung des Empfängers. An den Fehlersuchplan II schließt sich der Fehlersuchplan III direkt an.

Fehlersuchplan III und IV prüft in der Hauptsache die Eichpegel, den Signalweg vom Eingang bis zur Anzeige, sowie die Teiler I und II.

Die Fehlersuchpläne II, III und IV grenzen den Fehler auf einen bestimmten Baustein ein. Von da aus ist der Fehler innerhalb des Bausteines mit Hilfe des jeweiligen Schaltbildes und der Bausteinbeschreibung zu suchen.

Die Übersichtsblätter "Pegelplan " und "Oszillogramme" genügen einem geübten und mit dem Gerätekonzept vertrauten Servicetechniker zur Fehlereingrenzung.

Alle Angaben in den obenerwähnten Plänen dienen zum Auffinden von Funktionsfehlern und nicht von Toleranzfehlern. (Unter Toleranzfehler wird eine Überschreitung der garantierten Fehlergrenzen verstanden, ohne daß die Gerätefunktion nennenswert gestört wird, z. B.: Fehler der Pegelanzeige ist um +0,05 dB größer als der Garantiewert).

Zur Beseitigung von Toleranzfehlern dienen die Abschnitte 9 und 10.



JA

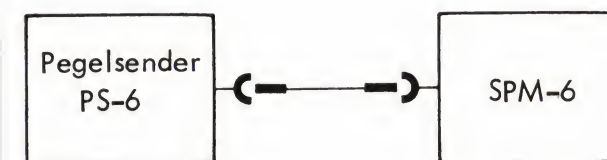
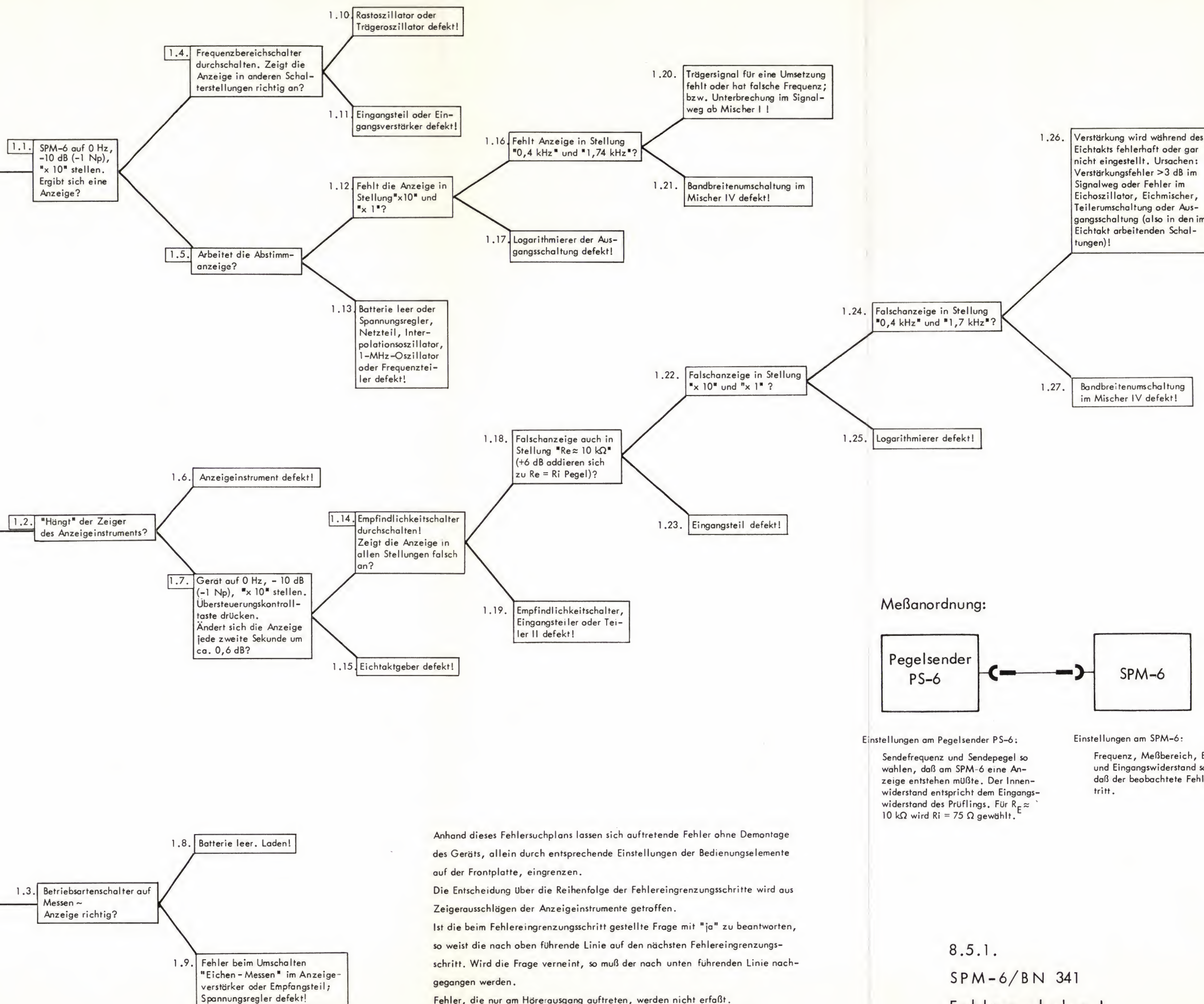
Keine Anzeige!

Fehler macht sich bemerkbar durch

Falschanzeige!

Anzeige zuckt im 1-Hz-Takt!

NEIN



Einstellungen am Pegelsender PS-6:

Sendefrequenz und Sendepegel so wählen, daß am SPM-6 eine Anzeige entstehen müßte. Der Innenwiderstand entspricht dem Eingangswiderstand des Prüflings. Für  $R_E \approx 10 \text{ k}\Omega$  wird  $R_i = 75 \Omega$  gewählt.

Einstellungen am SPM-6:

Frequenz, Meßbereich, Bandbreite und Eingangswiderstand so wählen, daß der beobachtete Fehler auftritt.

Anhand dieses Fehlersuchplans lassen sich auftretende Fehler ohne Demontage des Geräts, allein durch entsprechende Einstellungen der Bedienungselemente auf der Frontplatte, eingrenzen. Die Entscheidung über die Reihenfolge der Fehlereingrenzungsschritte wird aus Zeigerausschlägen der Anzeigeinstrumente getroffen. Ist die beim Fehlereingrenzungsschritt gestellte Frage mit "ja" zu beantworten, so weist die nach oben führende Linie auf den nächsten Fehlereingrenzungsschritt. Wird die Frage verneint, so muß der nach unten führenden Linie nachgegangen werden. Fehler, die nur am Hörerausgang auftreten, werden nicht erfaßt. Bei allen mit Rechtecken gekennzeichneten Meßschritten (z.B. 1.14.) sind die nachfolgenden Anmerkungen zu beachten.

8.5.1.

SPM-6/BN 341

Fehlersuchplan I

Fehlereingrenzung von der Frontplatte aus



## Zu Fehlersuchplan I

1.1. Dieser Test dient zur Feststellung, ob ein Trägerrest vorhanden ist und ob dieser über den Signalweg bis zum Anzeigeinstrument gelangt. Ist bei Stellung  $-10\text{ dB}$  ( $-1\text{ Np}$ ) noch keine Anzeige erkennbar, so ist die Empfindlichkeit auf  $-30\text{ dB}$  ( $-3\text{ Np}$ ) zu erhöhen, um auch bei sehr guter Symmetrierung noch verbleibende Trägerreste festzustellen. Entsprechend ist bei Vollausschlag des SPM-6 die Empfindlichkeit zu vermindern.

1.2. Mit "hängen" ist ein mechanisches Verklemmen o. ä. im Anzeigeinstrument gemeint. Zeigt das Instrument nach dem Beklopfen des Instrumentenabdeckglases einen anderen Wert an als vorher, so liegt ein "hängen" im obenerwähnten Sinne vor.

1.3. Der Tiefentladungsschutz, der die Batterie vor zu tiefer Entladung schützen soll, kann bei Pufferbetrieb mit leerer Batterie ein dauerndes Aus- und Einschalten des Geräts bewirken, da während des "Eichtakts" aus der Batterie Strom gezogen wird.

1.4. Es sind die Frequenzbereichsschalter des SPM-6 und des Senders PS-6 synchron und nicht zu schnell durchzuschalten. (Von  $0,020\text{ MHz}$  bis  $18,020\text{ MHz}$ ;

1.5. Den Interpolationsoszillator mittels Antrieb um mindestens  $10\text{ kHz}$  verstimmen und Abstimmanzeige beobachten, ob sich ein Minimum der Anzeige einstellen läßt. (Kein Dauerausschlag!)

1.7. Falls bei  $-10\text{ dB}$  ( $-1\text{ Np}$ ) noch keine Anzeige erkennbar ist, so ist die Empfindlichkeit des SPM-6 auf  $-30\text{ dB}$  ( $-3\text{ Np}$ ) zu erhöhen, um auch bei sehr guter Symmetrierung verbleibende Trägerreste festzustellen. Entsprechend ist bei Vollausschlag des SPM-6 die Empfindlichkeit zu vermindern.

1.14. Der Empfindlichkeitsschalter des SPM-6 und der Ausgangspegelschalter des Pegelsenders PS-6 sind synchron durchzuschalten. Vom maximalen Sendepiegel  $0\text{ dB}$  bis zum max. Empfangspegel  $+20\text{ dB}$  ist die Richtigkeit der Anzeige am Empfängerinstrument im Bereich " $\times 10$ " zu kontrollieren. Ab  $-78\text{ dB}$  ist der Sender mit dem Ampli-



tudenregler auf -98 dB zu stellen und die Richtigkeit der Empfängeranzeiger am Anzeigeinstrument " $\times 10$ " abzulesen.

**1.18.** In der Stellung "hochohmig" des SPM-6 steigt durch Wegfall des Abschlußwiderstands die am Empfängereingang liegende Spannung um den Faktor 2 an. Es ist also ein um 6,02 dB höherer Pegel als mit Abschlußwiderstand zu erwarten.

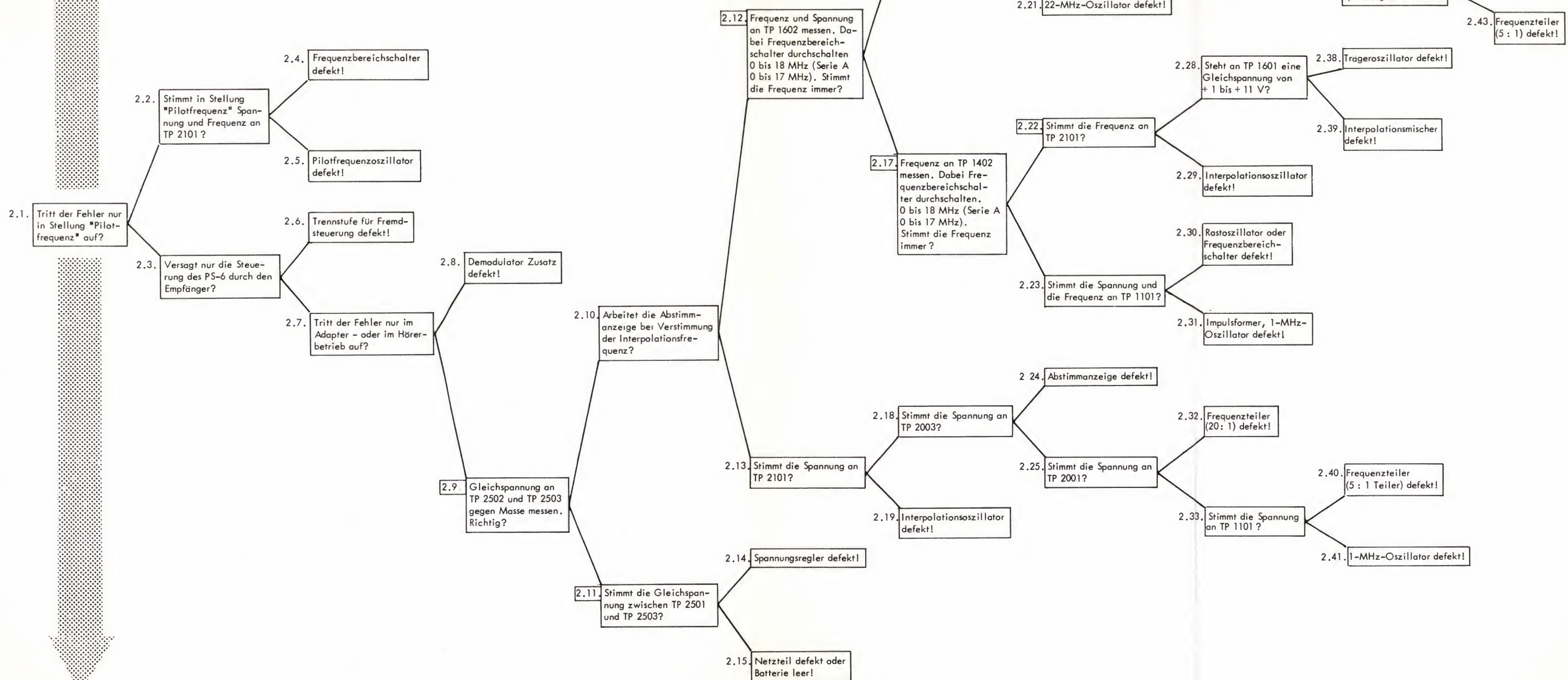
JA

### Meßanordnung:

Eingang offen lassen! Soweit bei den einzelnen Messungen nichts anderes gesagt wird, sind die Schalterstellungen beliebig.

Bei Messungen ohne angegebene Sollwerte sind diese aus dem "Pegelplan" (8.5.2.) und aus den "Oszillogrammen" (8.5.3.) zu entnehmen. Bei allen mit Rechtecken gekennzeichneten Meßschritten (z. B. 2.12.) sind die nachfolgenden Anmerkungen zu beachten.

Werden Pegelfehler in der Größenordnung von  $\approx 2\%$  beobachtet, so ist es zweckmäßig, zuerst die Gleichspannung an TP 801 zu kontrollieren und falls diese nicht stimmt, den Pegelabgleich nach Abgleichanweisung durchzuführen.



NEIN



Zu Fehlersuchplan II

**2.9.** Der Betriebsartenschalter wird auf Messen  $\text{—}|$  und auf Messen  $\sim$  gestellt.

Sollwerte:

Spannung an TP 2502 plus 12 V  $\pm 0,050$  V

Spannung an TP 2503 minus 12 V  $\pm 0,050$  V

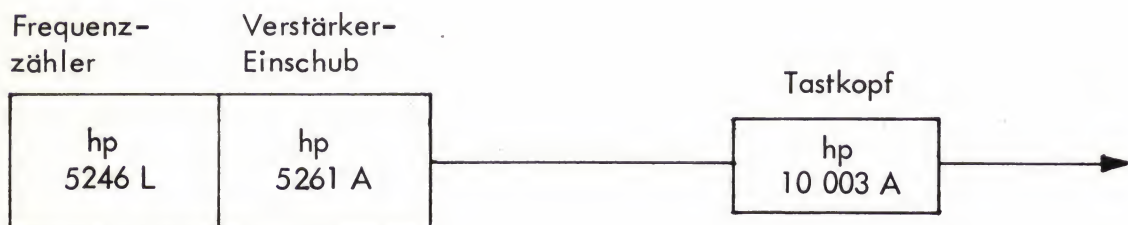
**2.10.** Den Interpolationssoszillator mittels Antrieb um mindestens 10 kHz verstimmen und Abstimmunzeige beobachten, ob sich ein Minimum der Anzeige einstellen läßt (kein Dauerausschlag!).

**2.11.** Sollwert: Spannung an den Testpunkten TP 2501 bis TP 2503  $\geq 33$  V (siehe **2.9.** ).

**2.12.** Sollwerte: Effektive Spannung an TP 1602  $\geq 0,4$  V  
Frequenz  $f$  = Empfangsfrequenz + 24 MHz

Hinweise zur Messung

- a) Die Wechselspannung an TP 1602 ist mit einem HF Millivoltmeter hp 411 A und entsprechendem Tastkopf meßbar.
- b) Die Frequenz an TP 1602 ist mit folgender Meßanordnung hochohmig zu messen:



Bei dieser Messung ist unbedingt darauf zu achten, daß die Last am Testpunkt TP 1602 einen Betrag von 1 k $\Omega$  nicht unterschreitet.

Die Frequenz kann auch mit dem Pegelmeßplatz PSM-5 von Wandel u. Goltermann unter Verwendung des Tastkopfs TK-8 gemessen werden, (allerdings nur bis 36 MHz), da Frequenzfehler an diesem Punkt immer mehr als 1 kHz, im allgemeinen sogar 1 MHz und mehr betragen.

2.16. Meßanordnung wie 2.12.

2.17. Sollwert: Frequenz an Testpunkt TP 1402 = Empfangsfrequenz + 21 MHz.  
Diese Beziehung gilt nur, wenn der Interpolationsoszillator auf 3 MHz schwingt.  
Praktisch wird das dadurch erreicht, daß man die Abstimmfrequenz auf 0,000 MHz  
(Frequenz des Interpolationsoszillators = 3 MHz) stellt und nun den Frequenzbe-  
reichschalter durchdreht.

2.22. Sollwert: Frequenz an TP 2101 = Empfangsfrequenz im Bereich 3 bis 4 MHz.  
Nur bei Frequenzbereichschalterstellung 3 bis 4 MHz stimmen die Frequenz an  
TP 2101 und die Empfangsfrequenz-Anzeige überein. Bei fehlender Abstimmunzeige,  
oder wenn diese nicht benützt wird, kann die Abweichung ca.  $\pm 5$  kHz betragen.

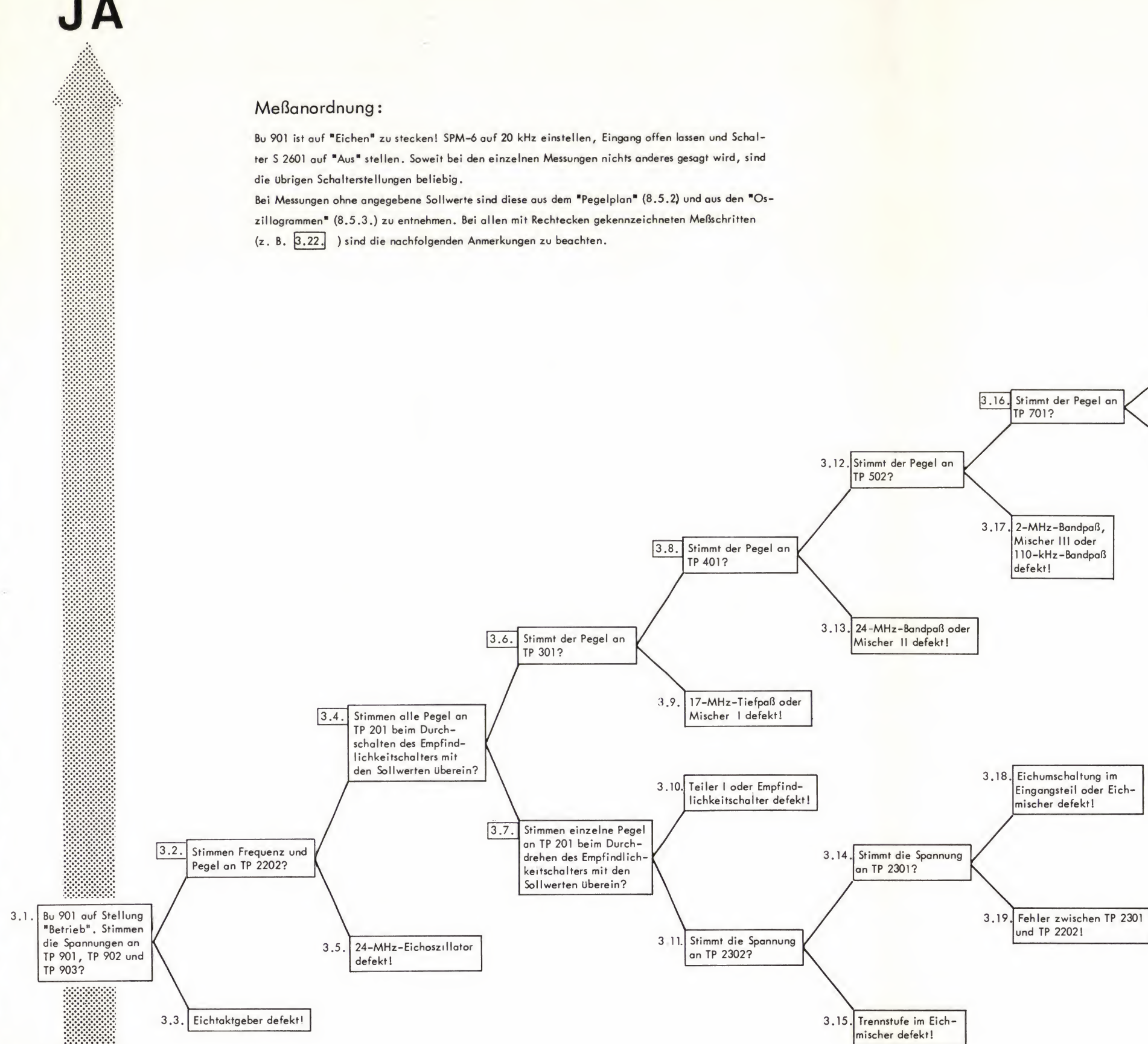


JA

## Meßanordnung:

Bu 901 ist auf "Eichen" zu stecken! SPM-6 auf 20 kHz einstellen, Eingang offen lassen und Schalter S 2601 auf "Aus" stellen. Soweit bei den einzelnen Messungen nichts anderes gesagt wird, sind die übrigen Schalterstellungen beliebig.

Bei Messungen ohne angegebene Sollwerte sind diese aus dem "Pegelplan" (8.5.2) und aus den "Oszillogrammen" (8.5.3.) zu entnehmen. Bei allen mit Rechtecken gekennzeichneten Meßschritten (z. B. 3.22.) sind die nachfolgenden Anmerkungen zu beachten.



NEIN

Zu Fehlersuchplan III

3.1. TP 904 zusätzlich prüfen. Anschließend Bu 901 erneut auf "Eichen" stecken!

3.2. Meßanordnung siehe Punkt 2.12. in den Anmerkungen zum Fehlersuchplan II.

3.4. Sollwerte siehe beiliegende Tabelle 8-1. Sollfrequenz = 20 kHz.

3.6. Empfindlichkeit des SPM-6 auf -72 dB (-8,2 Np) stellen und an TP 301 Pegel messen (24 MHz).

Sollwert:	dB Gerät	Np Gerät
	-39,9 dB	-39,9 dB

3.7. Siehe 3.4.

3.8. SPM-6 auf -72 dB (-8,2 Np) stellen.

Sollwert:	dB Gerät	Np Gerät
	-37,4 dB	-37,4 dB

3.12. SPM-6 auf -72 dB (-8,2 Np) stellen

Sollwert:	dB Gerät	Np Gerät
	-25,0 dB	-25,0 dB

3.16. SPM-6 auf -72 dB (-8,2 Np) stellen

Sollwert:	dB Gerät	Np Gerät
	22,5 dB	-22,5 dB

Meßanordnung  
wie 3.6.



**3.22.** Sollwerte:

1) In Stellung "Eichen": -49,3 dB

in allen Stellungen des Empfindlichkeitschalters.

2) In Stellung "Betrieb": während des Meßtakts -40,3 dB

bei Speisung des SPM-6 mit dem Pegelsender PS-6 und synchronem Durchschalten des Empfindlichkeitschalters des SPM-6 und des Ausgangspegelschalters des PS-6. Falls nur ein Sender mit 10 dB (1 Np)-Sprüngen vorhanden ist, sind die Sollwerte aus Tabelle 8-3 zu entnehmen.

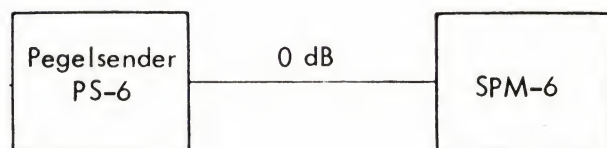
**3.24.** Die Sollwerte sind aus Tabelle 8-2 zu entnehmen.

Tabelle 8 - 1	Stellung des Empfindlichkeitschalters			
	+20...+10 dB (+2...-4 Np)	+8...-50 dB (-4,2...-6 Np)	-52...-70 dB (-6,2...-8 Np)	-72...-90 dB (-8,2...-10 Np)
TP 201 dB Gerät	-76,9	-66,6	-46,7	-28,6
Np Gerät	-69,6	-61,0	-43,7	-28,6
TP 702 dB Gerät	-63,6	-53,8	-33,6	-13,6
Np Gerät	-56,7	-48,0	-30,6	-13,8
TP 703 dB Gerät	-43,7	-33,7	-53,5	-33,7
Np Gerät	-36,7	-28,1	-10,68	-28,1
TP 704 dB Gerät	-33,8	-33,8	-33,8	-33,8
Np Gerät	-16,8	-16,8	-16,8	-16,8
TP 802 dB Gerät	-49,3	-49,3	-49,3	-49,3
Np Gerät	-49,3	-49,3	-49,3	-49,3

Leistungspegelumschaltung

Bu 901 auf Stellung "Messen" stecken!

Meßaufbau:



Ri = 0  
f = 20 kHz

Bei der Messung wird zuerst der Pegel an TP 802 in der Schalterstellung "Spannungspegel" gemessen und als Bezugswert festgehalten. Danach wird auf "Leistungspegel" umgeschaltet und die Pegeldifferenz festgestellt.

Tabelle 8-2

Stellung des Empfindlichkeitschalters	Eingangswiderstandschalter auf Stellung:	Pegeldifferenz an TP 802:	
		dB - Geräte	Np - Geräte
-10 dB (-1 Np)	50 $\Omega$	Bezugswert	Bezugswert
0 dBm (0 Npm)	50 $\Omega$	+0,79 dB	+2,78 dB
0 dBm (0 Npm)	60 $\Omega$	0 dB	+1,74 dB
0 dBm (0 Npm)	65 $\Omega$	-0,35 dB	+1,28 dB
0 dBm (0 Npm)	75 $\Omega$	-0,97 dB	+0,46 dB
0 dBm (0 Npm)	124 $\Omega$	-3,15 dB	-2,43 dB
0 dBm (0 Npm)	135 $\Omega$	-3,52 dB	-2,92 dB
0 dBm (0 Npm)	150 $\Omega$	-3,98 dB	-3,53 dB

## Relaisplan

x $\hat{=}$ erregt bzw. angesteuert		Eich-takt	Stellung des Empfindlichkeitsschalter S 1001			
			-10 bis -8,2 Np -90 bis -72 dB	-8 bis -6,2 Np -70 bis -52 dB	-6 bis -4,2 Np -50 bis +8 dB	-4 bis 2 Np +10 bis +20 dB
Messen Eichen	Rel 101	x				
	Rel 102	x				
	Rel 103	x				
Teiler I	Rel 104		x			
	Rel 105			x		
	Rel 106				x	
	Rel 107					x
Messen Eichen	Rel 108	x				
	Rel 109	x				
	Rel 801	x				
	T 826	x				
	T 829	x				
Übersteuerungstaste Rel 201		im 0,5-Hz-Rhythmus				



Pegelplan des Teilers II bei verschiedenen Empfindlichkeitseinstellungen des SPM-6

Stellung des Empfindlich- keitschalters in dB	Angelegter Eingangs- pegel in dB	Sollpegel in dB an:				
		TP 701	TP 702	TP 703	TP 704	TP 802
+20	+10	-32,6	-24	-44	-44	-60
18	+10	-32,6	-24	-44	-24	-58
16	+10	-32,6	-24	-44	-24	-56
14	+10	-32,6	-24	-44	-24	-54
12	+10	-32,6	-24	-44	-24	-52
10	+10	-32,6	-24	-44	-24	-50
8	+0	-32,6	-24	-44	-24	-58
6	+0	-32,6	-24	-44	-24	-56
4	+0	-32,6	-24	-44	-24	-54
2	+0	-32,6	-24	-44	-24	-52
0	+0	-32,6	-24	-44	-24	-50
-2	-10	-42,6	-34	-54	-34	-58
4	-10	-42,6	-34	-54	-34	-56
6	-10	-42,6	-34	-54	-34	-54
8	-10	-42,6	-34	-54	-34	-52
-10	-10	-42,6	-34	-54	-34	-50
12	-20	-52,6	-44	-24	-24	-58
14	-20	-52,6	-44	-24	-24	-56
16	-20	-52,6	-44	-24	-24	-54
18	-20	-52,6	-44	-24	-24	-52
-20	-20	-52,6	-44	-24	-24	-50
2	-30	-62,6	-54	-34	-34	-58
4	-30	-62,6	-54	-34	-34	-56
6	-30	-62,6	-54	-34	-34	-54
8	-30	-62,6	-54	-34	-34	-52
-30	-30	-62,6	-54	-34	-34	-50
2	-40	-72,6	-64	-44	-24	-58
4	-40	-72,6	-64	-44	-24	-56
6	-40	-72,6	-64	-44	-24	-54
8	-40	-72,6	-64	-44	-24	-52
-40	-40	-72,6	-64	-44	-24	-50
2	-50	-82,6	-74	-54	-34	-58
4	-50	-82,6	-74	-54	-34	-56
6	-50	-82,6	-74	-54	-34	-54
8	-50	-82,6	-74	-54	-34	-52
-50	-50	-82,6	-74	-54	-34	-50
2	-60	-72,6	-64	-44	-24	-58
4	-60	-72,6	-64	-44	-24	-56
6	-60	-72,6	-64	-44	-24	-54
8	-60	-72,6	-64	-44	-24	-52
-60	-60	-72,6	-64	-44	-24	-50
2	-70	-82,6	-74	-54	-34	-58
4	-70	-82,6	-74	-54	-34	-56
6	-70	-82,6	-74	-54	-34	-54
8	-70	-82,6	-74	-54	-34	-52
-70	-70	-82,6	-74	-54	-34	-50
2	-80	-72,6	-64	-44	-24	-58
4	-80	-72,6	-64	-44	-24	-56
6	-80	-72,6	-64	-44	-24	-54
8	-80	-72,6	-64	-44	-24	-52
-80	-80	-72,6	-64	-44	-24	-50
2	-90	-82,6	-74	-54	-34	-58
4	-90	-82,6	-74	-54	-34	-56
6	-90	-82,6	-74	-54	-34	-54
8	-90	-82,6	-74	-54	-34	-52
-90	-90	-82,6	-74	-54	-34	-50

Anmerkung:

Die Tabelle soll in erster Linie die Pegelsprünge von TP zu TP bei verschiedenen Teilerstellungen veranschaulichen. Das absolute Pegelniveau verschiedener Geräte kann bis zu 2 dB vom obigen abweichen.

## Pegelplan des Teilers II bei verschiedenen Empfindlichkeitseinstellungen des SPM-6

Stellung des Empfindlich- keitschalters in Np	Angelegter Eingangs- pegel in Np	Sollpegel in dB an:				
		TP 701	TP 702	TP 703	TP 704	TP 802
2,0	+ 1,0	- 28,1	- 18,4	- 33,1	- 39,2	- 57,9
1,8	+ 1,0	- 28,1	- 18,4	- 33,1	- 21,8	- 56,2
1,6	+ 1,0	- 28,1	- 18,4	- 33,1	- 21,8	- 54,4
1,4	+ 1,0	- 28,1	- 18,4	- 33,1	- 21,8	- 52,7
1,2	+ 1,0	- 28,1	- 18,4	- 33,1	- 21,8	- 50,9
1,0	+ 1,0	- 28,1	- 18,4	- 33,1	- 21,8	- 49,2
0,8	0,0	- 36,8	- 27,2	- 41,8	- 30,5	- 56,2
0,6	0,0	- 36,8	- 27,2	- 41,8	- 30,5	- 54,4
0,4	0,0	- 36,8	- 27,2	- 41,8	- 30,5	- 52,7
0,2	0,0	- 36,8	- 27,2	- 41,8	- 30,5	- 50,9
0	0,0	- 36,8	- 27,2	- 41,8	- 40,5	- 49,2
- 0,2	- 1,0	- 45,5	- 35,9	- 15,8	- 21,8	- 56,2
0,4	- 1,0	- 45,5	- 35,9	- 15,8	- 21,8	- 54,4
0,6	- 1,0	- 45,5	- 35,9	- 15,8	- 21,8	- 52,7
0,8	- 1,0	- 45,5	- 35,9	- 15,8	- 21,8	- 50,9
- 1,0	- 1,0	- 45,5	- 35,9	- 15,8	- 21,8	- 49,2
2	- 2,0	- 54,2	- 44,6	- 24,4	- 30,5	- 50,2
4	- 2,0	- 54,2	- 44,6	- 24,4	- 30,5	- 54,4
6	- 2,0	- 54,2	- 44,6	- 24,4	- 30,5	- 52,7
8	- 2,0	- 54,2	- 44,6	- 24,4	- 30,5	- 50,9
- 2,0	- 2,0	- 54,2	- 44,6	- 24,4	- 30,5	- 49,2
2	- 3,0	- 62,9	- 53,3	- 33,1	- 21,8	- 56,2
4	- 3,0	- 62,9	- 53,3	- 33,1	- 21,8	- 54,2
6	- 3,0	- 62,9	- 53,3	- 33,1	- 21,8	- 52,7
8	- 3,0	- 62,9	- 53,3	- 33,1	- 21,8	- 50,9
- 3,0	- 3,0	- 62,9	- 53,3	- 33,1	- 21,8	- 49,2
2	- 4,0	- 71,7	- 61,9	- 41,8	- 30,5	- 56,2
4	- 4,0	- 71,7	- 61,9	- 41,8	- 30,5	- 54,4
6	- 4,0	- 71,7	- 61,9	- 41,8	- 30,5	- 52,7
8	- 4,0	- 71,7	- 61,9	- 41,8	- 30,5	- 50,9
- 4,0	- 4,0	- 71,7	- 61,9	- 41,8	- 30,5	- 49,2
2	- 5,0	- 71,7	- 61,9	- 41,8	- 21,8	- 56,2
4	- 5,0	- 71,7	- 61,9	- 41,8	- 21,8	- 54,4
6	- 5,0	- 71,7	- 61,9	- 41,8	- 21,8	- 52,7
8	- 5,0	- 71,7	- 61,9	- 41,8	- 21,8	- 50,9
- 5,0	- 5,0	- 71,7	- 61,9	- 41,8	- 21,8	- 49,2
2	- 6,0	- 80,4	- 70,6	- 50,5	- 30,5	- 56,2
4	- 6,0	- 80,4	- 70,6	- 50,5	- 30,5	- 54,4
6	- 6,0	- 80,4	- 70,6	- 50,5	- 30,5	- 52,7
8	- 6,0	- 80,4	- 70,6	- 50,5	- 30,5	- 50,9
- 6,0	- 6,0	- 80,4	- 70,6	- 50,5	- 30,5	- 49,2
2	- 7,0	- 71,7	- 61,9	- 41,8	- 21,8	- 56,2
4	- 7,0	- 71,7	- 61,9	- 41,8	- 21,8	- 54,4
6	- 7,0	- 71,7	- 61,9	- 41,8	- 21,8	- 52,7
8	- 7,0	- 71,7	- 61,9	- 41,8	- 21,8	- 50,9
- 7,0	- 7,0	- 71,7	- 61,9	- 41,8	- 21,8	- 49,2
2	- 8,0	- 80,4	- 70,6	- 50,5	- 30,5	- 56,2
4	- 8,0	- 80,4	- 70,6	- 50,5	- 30,5	- 54,4
6	- 8,0	- 80,4	- 70,6	- 50,5	- 30,5	- 52,7
8	- 8,0	- 80,4	- 70,6	- 50,5	- 30,5	- 50,9
- 8,0	- 8,0	- 80,4	- 70,5	- 50,5	- 30,5	- 49,2
2	- 9,0	- 71,7	- 61,7	- 41,8	- 21,8	- 56,2
4	- 9,0	- 71,7	- 61,7	- 41,8	- 21,8	- 54,4
6	- 9,0	- 71,7	- 61,7	- 41,8	- 21,8	- 52,7
8	- 9,0	- 71,7	- 61,7	- 41,8	- 21,8	- 50,9
- 9,0	- 9,0	- 71,7	- 61,7	- 41,8	- 21,8	- 49,2
2	- 10,0	- 80,4	- 70,6	- 50,5	- 30,5	- 56,2
4	- 10,0	- 80,4	- 70,6	- 50,5	- 30,5	- 54,4
6	- 10,0	- 80,4	- 70,6	- 50,5	- 30,5	- 52,7
8	- 10,0	- 80,4	- 70,6	- 50,5	- 30,5	- 50,9
- 10,0	- 10,0	- 80,4	- 70,6	- 50,5	- 30,5	- 49,2

## Anmerkung:

Die Tabelle soll in erster Linie die Pegelsprünge von TP zu TP bei verschiedenen Teilerstellungen veranschaulichen. Das absolute Pegelniveau verschiedener Geräte kann bis zu 2 dB vom obigen abweichen.



## Zu Fehlersuchplan IV

4.1. Der SPM-6 ist auf " $R_e \approx 10 \text{ k}\Omega$ " umzuschalten. Der Pegelsender (z. B. PS-6) bleibt auf einer beliebigen Ri-Stellung eingestellt, so daß jetzt am Eingang vom SPM-6 ein Pegel von + 6 dB steht.

Sollwert an TP 201:	dB-Geräte	Np-Geräte
	-30,7 dB	-34,2 dB

4.2. Eingangswiderstandsschalter des SPM-6 und Innenwiderstandsschalter des PS-6 synchron durchschalten.

Sollwert an TP 201:	dB-Geräte	Np-Geräte
	-36,7 dB	-40,2 dB

messen mit  
PSM-5  
+ TK-8  
oder  
SM-1

4.6. Senderspannung so einstellen, daß am Testpunkt TP 804 ein Pegel von -0,3 dB gemessen wird.

Sollwert TP 803: + 7,5 V gemessen mit  $100 \text{ k}\Omega/\text{V}$  Instrument.

4.8. Sollwert: 0 dB in Stellung "gedehnt" ( $\times 1$ )

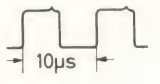
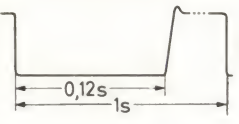
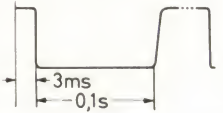
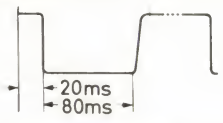

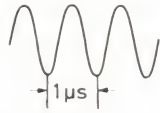

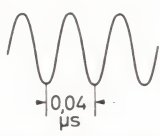
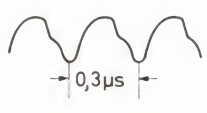
4.9. Sollwert: 0,693 mA mit Gleichstrom-Milliamperemeter.

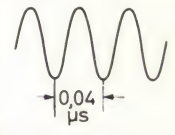
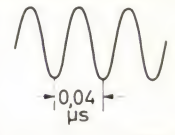
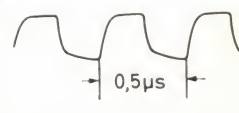

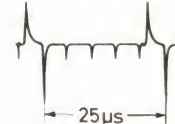
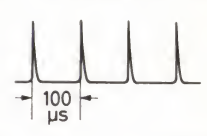
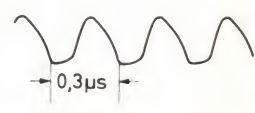
4.10. Ausgangsspannung des Senders PS-6 mittels Ausgangspegelschalter in 2 dB (0,2 Np) Sprüngen verringern und ungedehnte Anzeige des SPM-6 kontrollieren. Bei gedehnter Anzeige nur -2-dB (-0,2-Np)-Punkt kontrollieren.

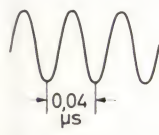
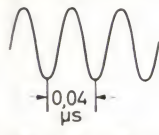
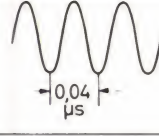
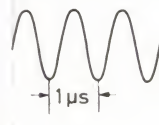
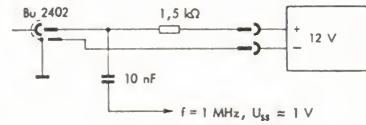
4.14. Sollwert: + 2 V  $\pm 0,2$  V

Dieser Wert wird im Werk eingestellt. Durch Alterung der Bauelemente im Signalweg sowie durch Temperaturen außerhalb des Bereichs  $+20^\circ\text{C} \pm 25^\circ\text{C}$ , entstehen Verstärkungsänderungen, die der Regler ausregelt. Ist deshalb bei Empfang einer Frequenz  $< 1 \text{ MHz}$  eine von + 2 V abweichende Spannung an TP 801 festgestellt worden, so ist es zweckmäßig, mit dem Potentiometer P 701 die Spannung wieder auf 2 V und damit auf Regelbereich-Mitte einzustellen. Die Regelgrenzen liegen bei 0 V und bei + 5,6 V.



Meßpunkt	Sollspannung	Anm.
TP 601 (Bild 8-5)	 $U_{ss} = 4 \text{ V}$	-
TP 901 (Bild 8-5)	 $U_{ss} = 11 \text{ V}$	1
TP 902 (Bild 8-5)	 $U_{ss} = 11 \text{ V}$	1
TP 903 (Bild 8-5)	 $U_{ss} = 11 \text{ V}$	1
TP 1101 (Bild 8-4)	 $U_{ss} = 12 \text{ V}$ $f = 1,000 \text{ MHz}$	-
TP 1102 (Bild 8-4)	 $U_{ss} = 1,4 \text{ V}$ $f = 1,000 \text{ MHz}$	-
TP 1103 (Bild 8-4)	 $U_{ss} = 1,0 \text{ V}$ $f = 1,000 \text{ MHz}$	-
TP 1401 (Bild 8-8)	+ 7,4 V (7,0 V bis 7,8 V)	2
TP 1402 (Bild 8-8)	 $U_{ss} \geq 1,0 \text{ V}$ $f = 21, 22, \dots, 39 \text{ MHz}$ (Serie A: 37 MHz)	-
TP 1501 (Bild 8-8)	 $U_{ss} = 2 \text{ V}$ $f = 3 \text{ bis } 4,1 \text{ MHz}$	-

Meßpunkt	Sollspannung	Anm.
TP 1601 (Bild 8-8)	Gleichspannung + 1 V bis + 11,5 V	-
TP 1602 (Bild 8-8)	 $U_{ss} \geq 1,0 \text{ V}$ $f = 24 \text{ bis } 43,1 \text{ MHz}$	-
TP 1801 (Bild 8-4)	Gleichspannung + 8,1 V (5,4 V bis 11,4 V)	-
TP 1802 (Bild 8-4)	 $U_{ss} = 0,5 \text{ V}$ $f = 22,000 \text{ MHz}$	-
TP 1901 (Bild 8-4)	Gleichspannung - 10 V bis + 7,5 V	-
TP 1902 (Bild 8-4)	 $U_{ss} = 0,5 \text{ V}$ $f = 2,11 \text{ MHz}$	-
TP 2001 (Bild 8-4)	 $U_{ss} = 8 \text{ V}$ $f = 200 \text{ kHz}$	-
TP 2002 (Bild 8-4)	 $U_{ss} = 6 \text{ V}$ $f = 40 \text{ kHz}$	-
TP 2003 (Bild 8-4)	 $U_{ss} = 11 \text{ V}$ $f = 10 \text{ kHz}$	-
TP 2101 (Bild 8-8)	 $U_{ss} = 0,8 \text{ V}$ $f = 3 \text{ bis } 4,1 \text{ MHz}$	4

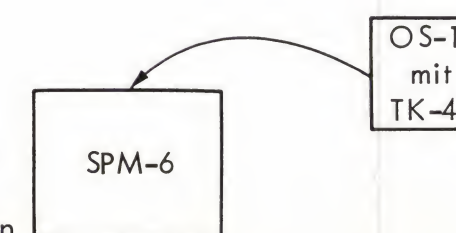
Meßpunkt	Sollspannung	Anm.
TP 2102 (Bild 8-8)	Wechselspannung $f < 5 \text{ kHz}$ ; $U_{ss} \geq 0,2 \text{ V}$	-
TP 2201 (Bild 8-4)	Gleichspannung + 2,5 V bis + 10,5 V	5
TP 2202 (Bild 8-4)	 $U_{ss} = 0,6 \text{ V}$	5
TP 2301 (Bild 8-5)	 $U_{ss} \geq 0,6 \text{ V}$ $f = 24,000 \text{ MHz}$	5
TP 2302 (Bild 8-5)	 $U_{ss} = 1 \text{ V}$ $f = 24,000 \text{ MHz}$	5
Bu 2401 (Bild 8-6)	$U_{eff} = 60 \text{ mV}$ (ohne Belastung) $f = 24 \text{ bis } 43,1 \text{ MHz}$ (Serie A: 41,1 MHz) gemessen mit HF-Milivoltmeter hp 411 A	-
Bu 2402 (Bild 8-6)	 	6
TP 2501 (Bild 8-7)	Gleichspannung zwischen TP 2501 und TP 2503: 46 V Bei Batteriebetrieb: > 33 V	-
TP 2502 (Bild 8-7)	Gleichspannung + 12,0 V	-
TP 2503 (Bild 8-7)	Gleichspannung - 12,0 V	-

#### Anmerkungen:

- 1) Der Oszillograf ist mit dem Signal an TP 901 zu triggern.
- 2) Um alle Arbeitspunkte des Rastoszillators zu erfassen, ist der Frequenzbereichsschalter von 0 bis 18 MHz durchzuschalten.  
Tritt an TP 1401 eine Wechselspannung auf, so ist der Rastoszillator nicht mehr auf die Normalfrequenz gerastet. Fehler!
- 3) Um alle Arbeitspunkte des Trägeroszillators zu erfassen, ist der Frequenzbereichsschalter von 0 bis 18 MHz durchzuschalten.  
Tritt an TP 1601 eine Wechselspannung auf, so ist der Trägeroszillator nicht mehr auf die Normalfrequenz gerastet. Fehler!
- 4) Bei Umschaltung des Frequenzbereichsschalters auf "Festfrequenz" sinkt, wenn der Festfrequenzoszillator bestückt ist, die Amplitude auf  $U_{ss} = 0,3 \text{ V}$ .
- 5) Bei diesen Messungen ist es angebracht, Bu 901 in Stellung "Eichen" zu stecken.
- 6) Bei der Messung an Bu 2402 ist eine externe Stromversorgung nötig (im Normalbetrieb erfolgt diese durch den PS-6).

#### Meßaufbau:

Eingang offen



Alle Gleichspannungen gemessen gegen Gehäusemasse.

8.5.3.

SPM-6/BN 341

Oszillogramme  
der Testpunkte



**9. NACHPRÜFEN WICHTIGER  
TECHNISCHER DATEN DES GERÄTS**

## 9. NACHPRÜFEN WICHTIGER TECHNISCHER DATEN DES GERÄTS

Im folgenden werden Verfahren beschrieben, die es erlauben, die wichtigsten Kennwerte des SPM-6 nachzuprüfen. Hierzu sind ausschließlich handelsübliche Meßmittel vorgeschlagen. Auf spezielle Prüfgeräte, die nur im Werk zur Verfügung stehen, wurde bewußt verzichtet. Aus diesem Grunde war es notwendig, manche Kompromisse einzugehen. In solchen Fällen war es das Ziel, zum mindesten gröbere Toleranzüberschreitungen zu erkennen.

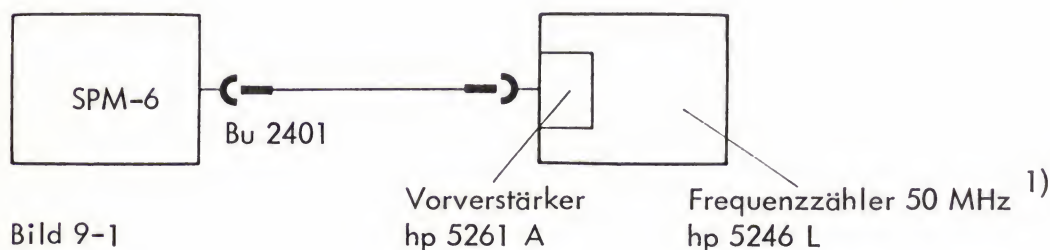
Die angegebenen Abweichungen sind identisch mit den Kennwerten im Kapitel 1. "TECHNISCHE DATEN". Der Eigenfehler des Meßaufbaus ist darin nicht enthalten und muß in jedem Fall abgeschätzt werden. Will man sicher sein, daß die garantierte Fehlergrenze nicht überschritten wird, dann muß der gemessene Fehler mindestens um den Eigenfehler des Meßaufbaus geringer sein als der garantierte Kennwert.

Ist dagegen der gemessene Fehler um den Eigenfehler des Meßaufbaus größer als die garantierte Fehlergrenze, dann hält das zu prüfende Gerät seine Kennwerte mit Sicherheit nicht mehr ein.

Wo nicht besonders darauf hingewiesen wird, ist die Temperaturabhängigkeit der Meßwerte in einem Bereich von  $(22 \pm 5) ^\circ\text{C}$  zu vernachlässigen.

### 9.1. Frequenzen

Meßaufbau:



#### 9.1.1. Unsicherheit der 1-MHz-Normalfrequenz

Zunächst ist die Empfangsfrequenz auf 00,000 MHz und die Anzeige am Instrument "Frequenzeichung  $n \times 10 \text{ kHz}$ " mit dem zugehörigen Drehknopf auf Minimum einzustellen.

Frequenzanzeige am Zähler: 24,000 000 MHz

Zulässige Abweichung  $\Delta f$  bei einer Umgebungstemperatur von  $+ 20 ^\circ\text{C}$  und  $f = 24 \cdot 10^6 \text{ Hz}$ :



$$\pm \Delta f (24 \cdot 10^6 \text{ Hz} \cdot 3 \cdot 10^{-6} + 30 \text{ Hz}) = 102 \text{ Hz}$$

Der zulässige Fehler vergrößert sich je Grad Temperaturänderung um  $24 \cdot 10^6 \text{ Hz} \cdot 3 \cdot 10^{-7} = 7,2 \text{ Hz}$ , wenn die Umgebungstemperatur vom Wert  $+20^\circ\text{C}$  abweicht.

#### 9.1.2. Interpolationsoszillator, Frequenzbereich

Der Frequenzbereichschalter bleibt unverändert stehen; die Empfangsfrequenz wird mit dem Interpolationsoszillator auf 01,000 MHz eingestellt und die Anzeige am Instrument  $n \times 10 \text{ kHz}$  mit dem zugehörigen Drehknopf auf Minimum.

Frequenzanzeige am Zähler: 25,000 000 MHz

Zulässige Abweichung  $\Delta f$  bei einer Umgebungstemperatur von  $+20^\circ\text{C}$  und  $f = 25 \cdot 10^6 \text{ Hz}$ :

$$\pm \Delta f = (25 \cdot 10^6 \text{ Hz} \cdot 3 \cdot 10^{-6} + 30 \text{ Hz}) = 105 \text{ Hz}$$

Der zulässige Fehler vergrößert sich je Grad Temperaturänderung um  $25 \cdot 10^6 \text{ Hz} \cdot 3 \cdot 10^{-7} = 7,5 \text{ Hz}$ , wenn die Umgebungstemperatur vom Wert  $20^\circ\text{C}$  abweicht.

#### 9.1.3. Unsicherheit der Frequenzeinstellung zwischen zwei 10-kHz-Eichpunkten

Als Empfangsfrequenz ist ein Vielfaches von 10 kHz einzustellen, und die Anzeige am Instrument "Frequenzeichung  $n \times 10 \text{ kHz}$ " mit dem zugehörigen Drehknopf auf Minimum zu bringen.

Danach wird die Frequenzeinstellung um 10 kHz verändert, so daß das Instrument wiederum auf Minimum steht:

Die maximal zulässige Abweichung der Frequenzanzeige am SPM-6 beträgt  $\pm 1 \text{ kHz}$  (Die im Kapitel 1. "TECHNISCHE DATEN" angegebene Abweichung von  $\pm 500 \text{ Hz}$  bezieht sich auf die nächstliegende 10-kHz-Marke, d. h. bei einer maximalen Verstimmung 5 kHz).

Werden die Fehlergrenzen der in den Abschnitten 9.1.1. bis 9.1.3. beschriebenen Kontrollmessungen nicht überschritten und hat überdies eine Funktionskontrolle ergeben, daß sich die Frequenz des Trägerszillators beim schrittweisen Schalten des Frequenzbereichschalters in den Bereichen "0 - 1 MHz" bis "18 - 19 MHz" jeweils um

1 MHz ändert, dann ist sichergestellt, daß die Frequenzunsicherheit im gesamten Meßbereich des SPM-6 die im Kapitel 1. "TECHNISCHE DATEN" angegebenen Werte nicht überschreitet. Die Funktionsprüfung kann durch Messen der Frequenz am Steuerausgang Bu 2401 erfolgen.

1) Anmerkung zum Meßaufbau

Steht kein empfindlicher 50-MHz-Zähler zur Verfügung, hat man aber einen Pegelsender PS-6, dann kann auch der folgende Meßaufbau gewählt werden:

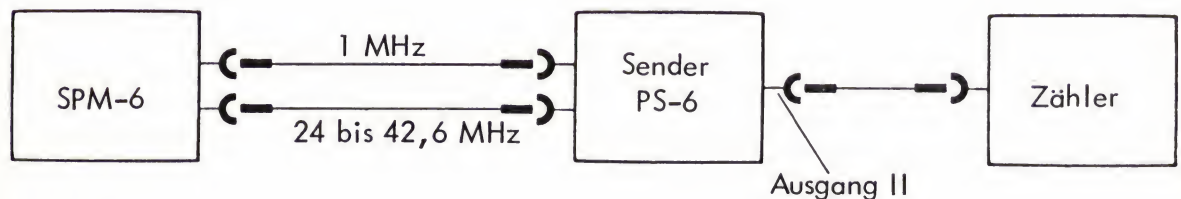


Bild 9-2

Frequenzbereichschalter am PS-6 in Stellung "SPM-6".

Die unter 9.1.1. und 9.1.2. beschriebenen Prüfarbeiten können nun ganz entsprechend ausgeführt werden. Die Frequenz am SPM-6 wird aber zweckmäßigerweise höher gewählt, z. B. 10 MHz bei der Überprüfung der 1-MHz-Normalfrequenz und 11 MHz bei entsprechenden Messungen am Interpolationsoszillator (siehe 9.1.2.).

Als zulässiger Fehler gilt der im Kapitel 1. "TECHNISCHE DATEN" angegebene Wert von

$$\pm 3 \cdot 10^{-6} \cdot f_e \pm 30 \text{ Hz.}$$



## 9.2. Pegel

### 9.2.1. Absolutwert und Frequenzabhängigkeit der Pegelanzeige im Meßbereich 0 dB (0 Np)

Eichen des Meßaufbaus

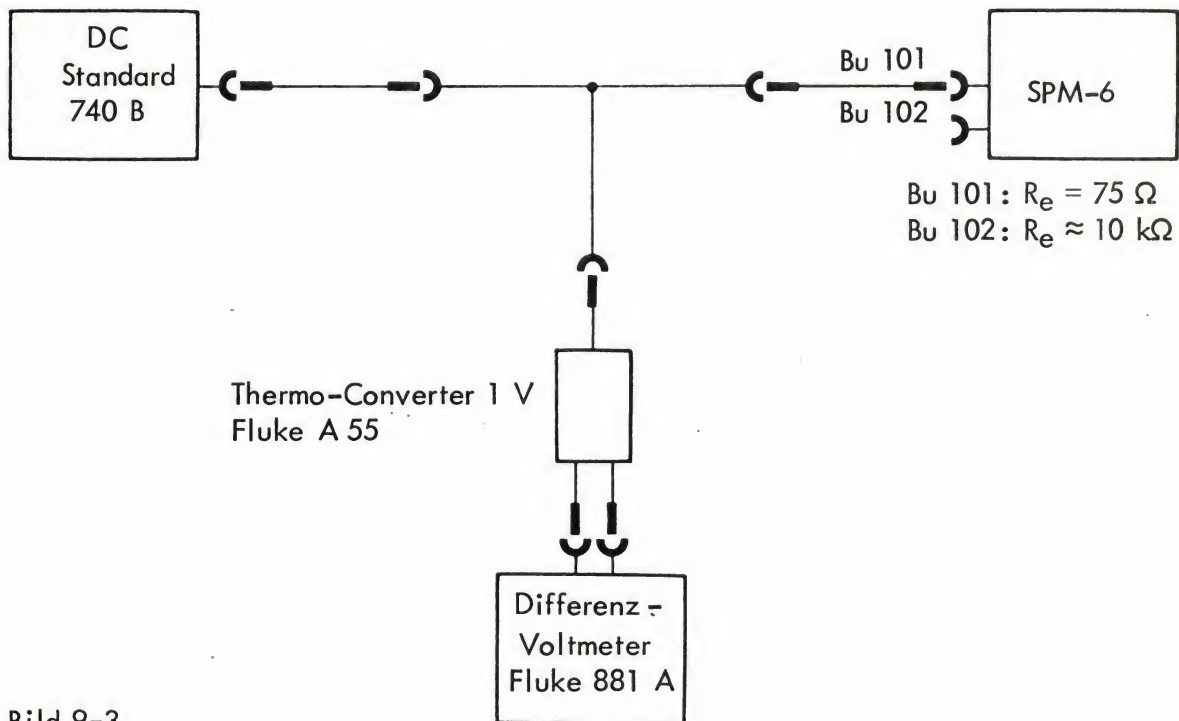


Bild 9-3

Das T-Stück soll dicht am SPM-6 sitzen. Auch ein koaxiales Übergangsstück kann - sofern erforderlich - verwendet werden. Jedoch darf wegen der Verluste und eventueller Fehlanpassungen kein Kabel zwischen T-Stück und SPM-6 geschaltet werden. Zunächst sind 774,6 mV am DC-Standard einzustellen. Die Ausgangsspannung  $U_0$  des Thermo-Converters wird mit Hilfe eines Differenz-Voltmeters gemessen. Der ermittelte Wert  $U_0$  entspricht einem Meßpegel von 0 dB (0 Np) am Eingang des SPM-6.

Falls kein DC-Standard zur Verfügung steht, kann auch eine andere einstellbare Gleichspannungsquelle verwendet werden, wenn sie nur hinreichend stabil ist. Zur genauen Einstellung des Wertes 774,6 mV benutzt man ein Differenz-Voltmeter.

Messen

Das DC-Standard wird durch einen Pegelsender ersetzt, z. B. PS-6.

Einstellung am Sender:  $R_i = 75\ \Omega$ , Fremdsteuerung.

Der Sendepiegel ist so einzustellen, daß das Differenz-Voltmeter wieder genau den Wert  $U_0$  anzeigt.

Einstellung am SPM-6:  $f = 20 \text{ kHz}$ ,  $R_e = 75 \Omega$ ,  $0 \text{ dB}$  ( $0 \text{ Np}$ ), " $\times 1$ " (obere Skala)

Anzeige am SPM-6  $0 \text{ dB}$  ( $0 \text{ Np}$ )

Zulässige Abweichung  $\pm 0,05 \text{ dB}$  ( $\pm 0,005 \text{ Np}$ )

Für den Fall anderer Frequenzeinstellungen ist die

zulässige Abweichung  $\pm 0,1 \text{ dB}$  ( $\pm 0,01 \text{ Np}$ ) bei  $20 \text{ kHz}$  bis  $6 \text{ MHz}$

und  $\pm 0,15 \text{ dB}$  ( $\pm 0,015 \text{ Np}$ ) bei  $6 \text{ kHz}$  bis  $< 20 \text{ kHz}$  sowie  $> 6 \text{ MHz}$  bis  $18,6 \text{ MHz}$

Eine entsprechende Messung ist am symmetrischen Eingang Bu 102 möglich. Man wählt in diesem Falle  $R_i = 0 \Omega$  und  $R_e \approx 10 \text{ k}\Omega$ .

## 9.2.2. Teilerfehler

### 9.2.2.1. Direkte Messung

Die garantierte Teilerfehlergrenze von  $\pm 0,05 \text{ dB}$  ( $\pm 0,005 \text{ Np}$ ) wird im Werk mit dafür entwickelten Meßgeräten nachgemessen. Die z. Z. auf dem Markt angebotenen Meßmittel im Frequenzbereich  $20 \text{ kHz}$  bis  $18,6 \text{ MHz}$  lassen eine Überprüfung nicht zu. Andererseits sind im Hinblick auf das Gerätekonzept des SPM-6 nur merklich größere Abweichungen denkbar, wenn das Gerät einen Fehler aufweist. Diese lassen sich anhand der beiden folgenden Methoden erkennen.

a)

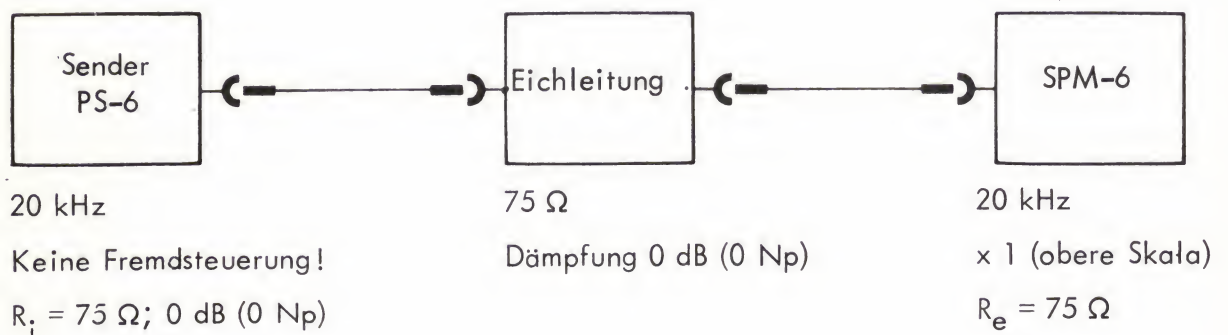


Bild 9-4

Sendepiegel so einstellen; daß  $0 \text{ dB}$  ( $0 \text{ Np}$ ) am SPM-6 angezeigt wird. Danach wird die Dämpfung um  $2 \text{ dB}$  ( $0,2 \text{ Np}$ ) und die Empfindlichkeit des SPM-6 um  $2 \text{ dB}$  ( $0,2 \text{ Np}$ ) erhöht.

Die Anzeige am SPM-6 muß unverändert bleiben.



Danach sind Dämpfung und Empfindlichkeit schrittweise um 2 dB (0,2 Np) zu erhöhen. Wiederum darf die Anzeige am SPM-6 sich nicht ändern.

Reicht die maximale Dämpfung der verwendeten Eichleitung nicht aus, dann erfaßt man die empfindlichen Meßbereiche durch Verminderung des Sendepegels um z. B. 40 dB (4 Np) und Verminderung der Dämpfung um den gleichen Betrag.

b)

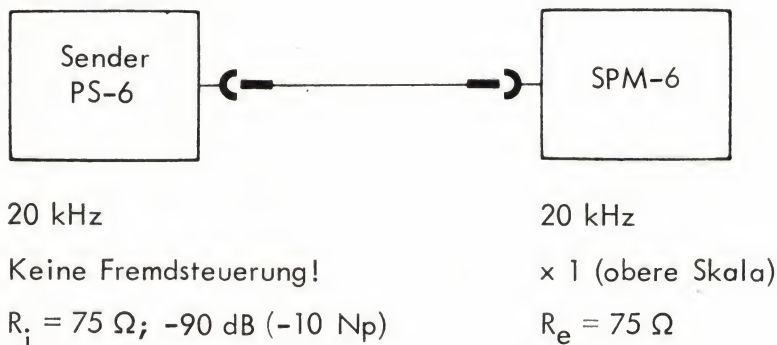


Bild 9-5

Der Sendepiegel ist so einzustellen, daß der SPM-6 genau -90 dB (-10 Np) anzeigt, d. h. daß der Zeiger des Anzeigeinstruments auf der Marke 0 dB (0 Np) steht.

Wird der Empfindlichkeitschalter auf -88 dB (-9,8 Np) geschaltet, dann geht der Zeiger zurück auf -2,0 dB (-0,2 Np). Nun den Sendepiegel erhöhen, bis der Zeiger wieder auf 0 dB (0 Np) steht. Danach ist der Empfindlichkeitschalter auf -86 dB (-9,6 Np) zu schalten.

Der Zeiger geht nun zurück auf -2,0 dB (-0,2 Np) usw.

Achtung! Bei dieser Messung geht der Skalenteilungsfehler für den Anzeigewert -2 dB (0,2 Np) voll ein. Im Zweifelsfall sollte darum vorher eine Messung des Skalenteilungsfehlers durchgeführt werden.

Für die Empfindlichkeitsbereiche 0 bis +20 dB (0 bis +2 Np) muß ein Verstärker zwischengeschaltet oder ein Sender mit höherem Sendepiegel verwendet werden.

Die eben geschilderten Meßmethoden lassen sich eventuell auch noch bei höheren Frequenzen zur Ermittlung der Frequenzabhängigkeit des Teilerfehlers anwenden.

#### 9.2.2.2. Indirekte Messung

Die Frequenzabhängigkeit des Teilerfehlers hat zur Ursache, daß abhängig von der Empfangsfrequenz und von der Stellung des Empfindlichkeitschalters Störspannungen

unterschiedlich zum Meßergebnis beitragen. Diese Störsignale entstehen durch Übersprechen oder Störmodulation. Sie überlagern sich in vielen Fällen phasenstarr einer Zwischenfrequenz und beeinflussen so die Eichung während des Eichtakts oder die Anzeige während des Meßtakts.

Das Ausmessen der Störsignale erfolgt in der letzten Zwischenfrequenzebene (10 kHz). Benutzt wird hierzu ein Verstärker mit gesteuerter Gleichrichtung (Lock-In Amplifier), der es gestattet, noch Signale zu messen, deren Pegel ca. 40 dB unter dem Rauschpegel liegen (bei der effektiven Rauschbandbreite des Geräts von 0,4 kHz bzw. 1,74 kHz). Das Nutzsignal ist bei dieser Messung abgeschaltet.

#### Meßaufbau:

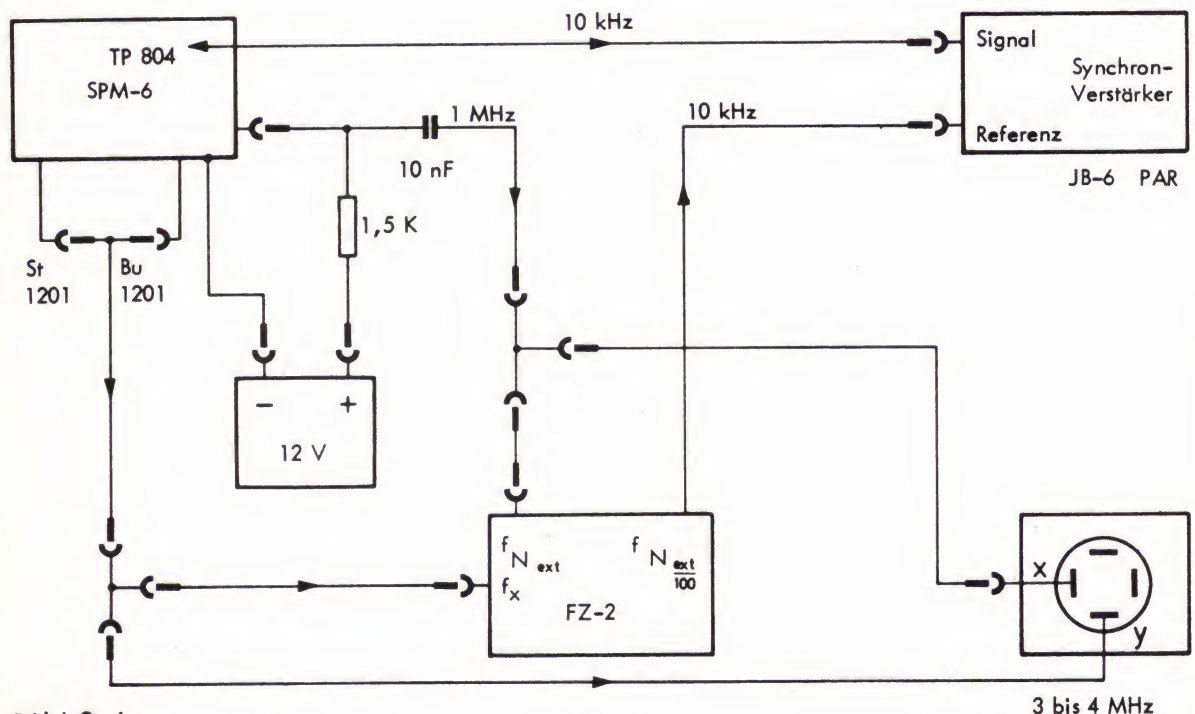


Bild 9-6

Der bei 0-dB-Anzeige des SPM-6 am Testpunkt TP 804 gemessene, geringfügig von 0 dB abweichende Pegel, gilt als Bezugsgröße für den an diesem Testpunkt auftretenden Störpegel. Der oben erwähnte Bezugspegel stellt sich dann ein, wenn die Buchse Bu 901 auf den Stecker St 901 (Eichbetrieb) gesteckt ist.

#### Messung:

- a) Störer, die unabhängig von der Abstimmung sind.

Der Prüfling SPM-6 wird dabei so betrieben, daß das Gerät nur mißt oder nur eicht. Zähler und Oszillograf sind zunächst noch nicht am SPM-6 angeschlossen.



### Betriebsart Messen:

Bu 901 steckt auf St 902 (Messen); Teilerschalter in die empfindlichste Stellung; Eingang 75  $\Omega$ , coaxial,  $R_e = Z$

Empfangsfrequenz (Skalengenauigkeit)	Störabstand
10,5 kHz	$\geq 47$ dB $\geq 50$ dB
20,5 kHz	
30,5 kHz	
3,4 MHz	
4,4 MHz	
Pilot 1 (falls das Gerät mit einem Pilotquarz ausgerüstet ist)	

### Betriebsart Eichen:

Bu 901 steckt auf St 901 (Eichen), zusätzliche Halb-Brücke auf St 902 (siehe Bild 9-7). Kontaktstift an (9) 1 abgezogen, Bu 2301 von St 101 getrennt und mit 75  $\Omega$  abgeschlossen; Teilerschalter in die unempfindlichste Stellung; Eingang wie oben.

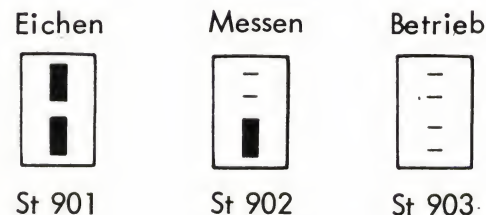


Bild 9-7

Empfangsfrequenz (Skalengenauigkeit)	Störabstand
30,5 kHz	$>50$ dB bei dB/dBm-Ausführung (BN 341, BN 341/2) $>57$ dB bei Np/Npm-Ausführung (BN 341/1)
30,5 kHz	

b) Störer, die nur bei bestimmter Abstimmung auf die Zwischenfrequenz fallen.

Die Einstellungen am Gerät erfolgen in Betriebsart "Messen"; getrennte Leitungen sind wieder zu verbinden und Oszillograf sowie Zähler anzuschließen. Die genaue Frequenzeinstellung erfolgt durch Messen der Interpolationsfrequenz mit dem Zähler bzw. mit dem Oszillografen. Nachdem die Frequenz eingestellt ist, sind Zähler bzw. Oszillograf für den Meßvorgang wieder vom Prüfling zu trennen.

Empfangsfrequenz	Interpolationsfrequenz	Einstellgenauigkeit	Einstellen mit	Störpegel	
10 kHz	3,010 MHz	} ±0,5 Hz	} Zähler	} ≥ 40 dB	
20 kHz	3,020 MHz				
100 kHz	3,100 MHz				
200 kHz	3,200 MHz				
428,572 kHz	3,428572 MHz	} ±0,1 Hz	24 : 7		}
500 kHz	3,500 MHz		7 : 2		
1 MHz	3,0 MHz		} 3 : 1		
2 MHz	3,0 MHz				
4 MHz	3,0 MHz				
8 MHz	3,0 MHz				
9 MHz	3,0 MHz				

Tabelle 9-1

### 9.2.3. Skalenteilungsfehler

Die Genauigkeit der Skalenteilung wird von je einer Logarithmierschaltung für die beiden Meßbereiche bestimmt. Zum Messen – insbesondere für den gedehnten Bereich von 2,5 dB (0,28 Np) – ist ein sehr konstanter Sendepegel erforderlich. Falls kein Pegelsender PS-6 zur Verfügung steht, benutze man einen Sender mit AM-Modulations-Eingang. Mit einer dort angeschlossenen feinverstellbaren Gleichspannung kann man meist den Sendepegel gut steuern und konstant halten.

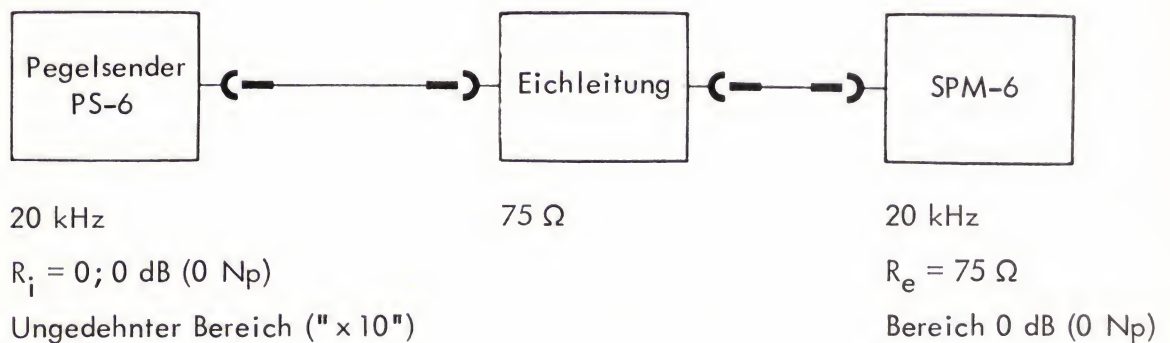


Bild 9-8



Ungedehnter Bereich ("x 10")

Die Eichleitung auf 0 dB (0 Np) Dämpfung und den SPM-6 auf "x 10" (untere Skala) einstellen. Den Sendepiegel so wählen, daß die Anzeige am SPM-6 genau 0 dB (0 Np) ist. Nun eine Dämpfung von 1 dB (0,1 Np) einschalten.

Anzeige am SPM-6: -1,0 dB (-0,1 Np)

Zulässige Abweichung:  $\pm 0,3$  dB ( $\pm 0,03$  Np)

Die Dämpfung in 1 dB (0,1 Np) Schritten bis 22 dB (2,5 Np) erhöhen.

Zulässige Abweichung gegenüber der Sollanzeige:  $\pm 0,3$  dB ( $\pm 0,03$  Np)

Gedehnter Bereich ("x 1")

Die Eichleitung auf 0 dB (0 Np) Dämpfung und den SPM-6 auf "x 1" (obere Skala) einstellen. Den Sendepiegel so wählen, daß die Anzeige am SPM-6 genau 0 dB (0 Np) ist. Dämpfungsschritte von 0,1 dB (0,01 Np) entsprechend dem ungedehnten Bereich einschalten.

Zulässige Abweichung:  $\pm 0,03$  dB ( $\pm 0,003$  Np)

Ist der Fehler der verwendeten Eichleitung bei Dämpfungen von mehr als 1 dB (0,1 Np) größer als bei kleinen Dämpfungen, geht man zweckmäßigerweise so vor, daß man bei -1,0 dB (-0,1 Np) den Sendepiegel vermindert und mit einem neuen Bezugswert beginnt, dessen Fehler bei den Resultaten der folgenden Messungen zu berücksichtigen ist.

### 9.3. Selektion

Die im folgenden beschriebene Messung kann bei beliebigen Frequenzen erfolgen. Dabei werden jedoch an den benutzten Sender hohe Anforderungen bezüglich der spektralen Reinheit des Sendesignals gestellt. Der erforderliche Störabstand ist 70 dB für diskrete Frequenzen und 100 dB/Hz für überlagertes Rauschen.

Steht ein solcher Sender nicht zur Verfügung, dann kann die interne 1-MHz-Normalfrequenz als Meßsignal benutzt werden.

Meßaufbau:

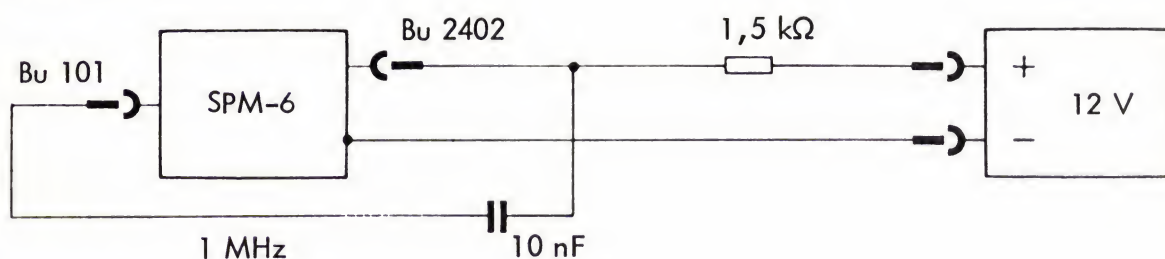


Bild 9-9

Eingangswiderstand  $R_e = Z = 75 \Omega$ ; Empfindlichkeit: -70 dB (-8 Np);

Einstellung: "x 10"; Meßfrequenz:  $f = 1 \text{ MHz}$ ;

Bandbreite	Verstimmung	Dämpfung
0,4 kHz	$\pm 1 \text{ kHz}$	$\geq 30 \text{ dB (3,5 Np)}$
	$\geq \pm 2 \text{ kHz}$	$\geq 60 \text{ dB (7 Np)}$
1,74 kHz	$\pm 2 \text{ kHz}$	$\geq 30 \text{ dB (3,5 Np)}$
	$\geq \pm 4 \text{ kHz}$	$\geq 60 \text{ dB (7 Np)}$

Tabelle 9-2

#### 9.4. Zwischenfrequenz - und Spiegelwellendämpfung

##### 9.4.1. Zwischenfrequenzdämpfung

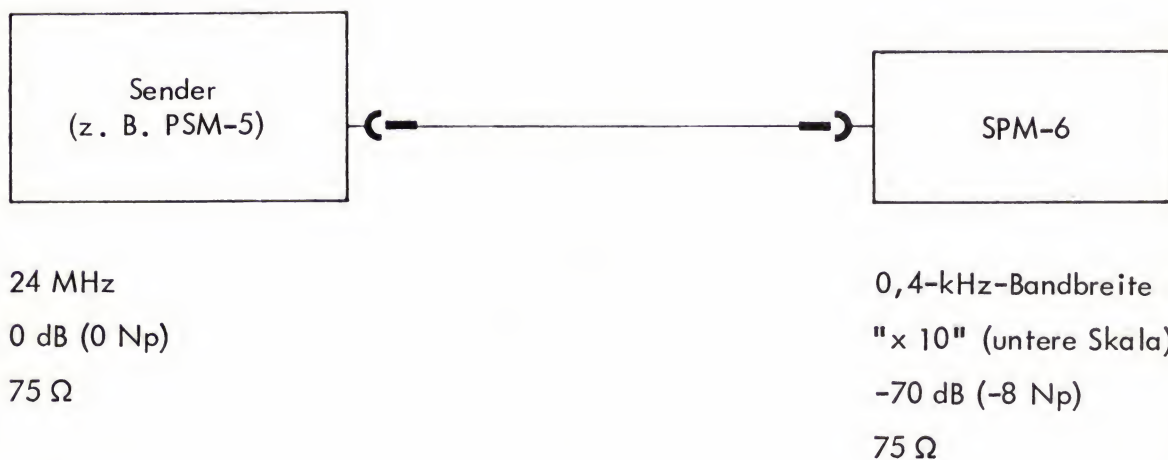


Bild 9-10



Damit der Eingang des SPM-6 zwecks Vermeidung von Klirrprodukten nicht zu stark übersteuert wird, soll bei einem Sendepiegel von 0 dB der Empfindlichkeitschalter in der Stellung " -70 dB (" -8 Np") stehen. In diesem Falle können Dämpfungswerte bis 92 dB (10,5 Np) abgelesen werden.

Beim Durchdrehen des Frequenzbereichschalters müssen ZF-Dämpfungswerte von mindestens 80 dB (9 Np) gemessen werden.

#### 9.4.2. Spiegelwellendämpfung

##### Mischer I

Bei einer Zwischenfrequenz von 24 MHz und einem Frequenzbereich des SPM-6 von 6 kHz bis 18,6 MHz liegt der Spiegelwellenbereich des 1. Umsetzers bei 48,006 MHz bis 66,6 MHz.

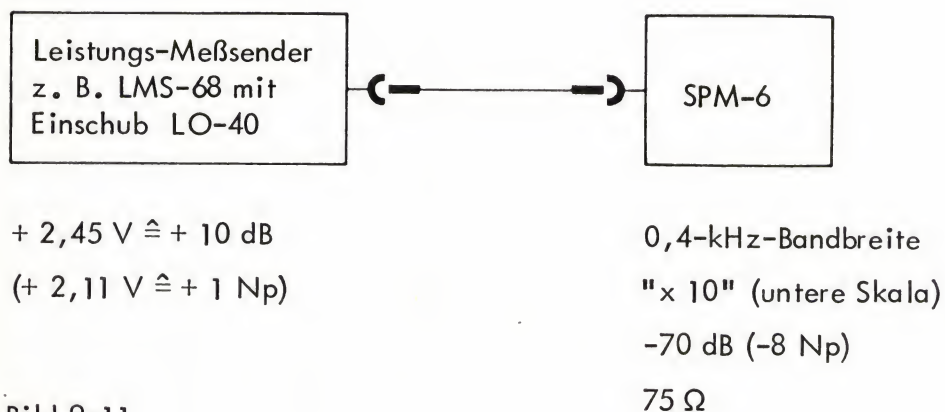


Bild 9-11

Sendefrequenz	Empfangsfrequenz	Dämpfung
48,006 MHz	6 kHz	} $\alpha$ 80 dB (9 Np)
59 MHz	9 MHz	
66,5 MHz	18,6 MHz	

##### Mischer II, III, IV

Die weiteren Zwischenfrequenzen sind 2 MHz, 110 kHz, 10 kHz. Bei der vorgeschlagenen Empfangsfrequenz von 1,001 MHz ergeben sich zum Empfang der Spiegelwellen 20 MHz, 2,22 MHz und 90 kHz die angegebenen Sendefrequenzen.

Meßaufbau wie bei 9.4.1. (ZF-Dämpfung).

Sendefrequenz	Empfangsfrequenz	Dämpfung
5,001 MHz	} 1,001 MHz	} $\alpha > 80 \text{ dB (9 Np)}$
781 kHz		
981 kHz		

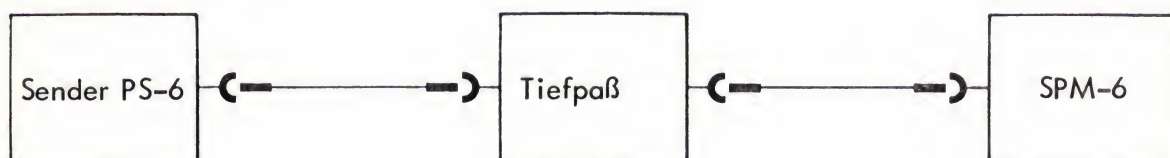
Ist die Spiegelwellendämpfung sehr hoch, dann kann es passieren, daß man bei der eingestellten Frequenz keine Anzeige erhält, die merklich aus dem Rauschen herausragt.

## 9.5. Trägerrest und Klirrdämpfung

### 9.5.1. Trägerrest

Die Empfangsfrequenz auf 00,000 MHz einstellen; das Instrument "n x 10 kHz" muß auf Minimum stehen. In der Empfindlichkeitschalterstellung "+ 20 dB" (" + 1 Np") und im Bereich "x 10" (untere Skala) ist die Anzeige am Instrument:  $< -20 \text{ dB (-1,75 Np)}$ .

### 9.5.2. Klirrdämpfung



$R_i = 75 \Omega$   
 $- 20 \text{ dB (-2 Np)}$

$R_e = 75 \Omega$   
 "x 10" (untere Skala)  
 $- 70 \text{ dB (-8 Np)}$

Bild 9-12

Der Tiefpaß hat die Aufgabe, Oberwellen der Sendespannung vom SPM-6 fernzuhalten. Der Sendepiegel beträgt lediglich  $-20 \text{ dB (-2 Np)}$ , damit das Filter kein störendes Eigenklirren aufweist.

Die Klirrdämpfung soll zweckmäßig bei einer niedrigeren und bei einer höheren Frequenz gemessen werden.

Die Klirrdämpfung  $\alpha_{K_{2,3}}$  für Frequenzen  $f \geq 300 \text{ kHz}$  ist größer  $75 \text{ dB (8,5 Np)}$  und für  $f < 300 \text{ kHz}$  größer als  $65 \text{ dB (7,5 Np)}$ .



## 10. ABGLEICHANWEISUNGEN

## 10. ABGLEICHANWEISUNGEN

---

Arbeitet das Gerät nicht einwandfrei oder weichen dessen Kennwerte von den garantierten Daten ab, so gibt dieses Kapitel Auskunft über alle in diesem Falle erforderlichen Abgleich- und Einstellmaßnahmen.

Weitere Hinweise befinden sich in Kapitel 9. "NACHPRÜFEN WICHTIGER TECHNISCHER DATEN DES GERÄTS"

### 10.1. Spannungsregler (25)

Erforderliches Meßgerät

1 Differenzvoltmeter "Fluke" oder 1 Digitalvoltmeter

Soll-Spannung zwischen den Punkten (25) a und c	$24 \text{ V} \pm 100 \text{ mV}$
Soll-Spannung zwischen den Punkten (25) f und Masse	$12 \text{ V} \pm 200 \text{ mV}$
Soll-Spannung zwischen den Punkten Masse und (25) c	$12 \text{ V} \pm 200 \text{ mV}$
Soll-Spannung zwischen den Punkten (25) 16 und Masse	$6,3 \text{ V} \pm 100 \text{ mV}$

Die ersten 3 Werte können mit P 2504 (2 k $\Omega$ ), der letzte mit P 2503 (5 k $\Omega$ ) eingestellt werden.

Achtung! Wenn diese Werte innerhalb der angegebenen Toleranzgrenzen liegen, sollen P 2505 und P 2503 nicht verstellt werden. P 2505 beeinflusst den Abgleich der Logarithmierer in der Ausgangsschaltung (8) und P 2503 den angezeigten Pegel.

### 10.2. Frequenz des 1-MHz-Oszillators (11)

Erforderliches Meßgerät:

1 Frequenzzähler hp 5246 L

Die Frequenzmessung erfolgt an TP 1102.

Die Frequenz kann am Trimmer C 1102 eingestellt werden.

Sollwert:  $1 \text{ MHz} \pm 2 \text{ Hz}$

Die Frequenz des 1-MHz-Oszillators wird im Werk auf ca.  $\pm 1 \text{ Hz}$  genau eingestellt.



Eine derart exakte Messung ist mit dem angegebenen Zähler und den meisten anderen Zählern wegen des größeren Eigenfehlers nicht möglich. Die garantierte Genauigkeit des SPM-6 ist aber gewährleistet, wenn die Unsicherheit der 1-MHz-Frequenz  $\pm 10$  Hz nicht überschreitet.

Steht eine hinreichend genaue 1-MHz-Normalfrequenz zur Verfügung, dann kann das Messen und Einstellen der Frequenz auch durch Darstellung einer Lissajous-Figur auf einem Oszillografen durchgeführt werden.

### 10.3. Einstellung von Frequenz- und Ziehbereich der Oszillatoren mit Phasenregelung 22-MHz-Oszillator (18) , 24-MHz-Eichoszillator (22) , Rastoszillator (14) und Trägeroszillator (16) .

Erforderliche Meßgeräte:

1 Spannungsmesser 100 k $\Omega$ /V	z. B. UM	Gossen
1 Frequenzzähler	5246 L	hp
1 Vorverstärker	5261 A	hp
1 Tastkopf	10003 A	hp
1 Pegelmeßplatz	PSM-5	W.u.G.

#### 10.3.1. 22-MHz-Oszillator (18)

Die Frequenz ist an TP 1802, die Regelspannung an TP 1801 zu messen. Der Variationsbereich der Regelspannung wird durch Verdrehen der Abgleichschraube in L 1803 bestimmt. Die Grenzen des Variationsbereichs liegen dort, wo der Oszillator aus der Frequenz 22 MHz ausrastet. Die Abgleichschraube muß so eingestellt werden, daß die Gleichspannung um 0,2 V unterhalb der Mitte ihres Variationsbereichs liegt

#### 10.3.2. 24-MHz-Eichoszillator (22)

Die Brücke Bu 901 im Klappchassis ist auf "Eichen" zu stecken. Die Frequenz wird an TP 2202, die Regelspannung an TP 1801 gemessen. Sonst verfährt man wie unter 10.3.1. (22-MHz-Oszillator).

### 10.3.3. Rastoszillator (14)

Die Frequenz wird mit dem Zähler 5246 L über den Tastkopf hp 10001 am Testpunkt TP 1402, die Regelspannung mit dem Gleichspannungsmesser UM (Gossen) an TP 1401 gemessen.

Zuerst ist die Empfangsfrequenz des SPM-6 auf 19 MHz einzustellen. Entsprechend der nachfolgenden Tabelle wird die Spannung an TP 1401 auf  $+7,2 \text{ V} \pm 0,1 \text{ V}$  eingestellt. (Voltmeter mit  $100 \text{ k}\Omega/\text{V}$ ). Dabei ist die in der Tabelle angegebene Reihenfolge einzuhalten.

Empfangsfrequenz des SPM-6 MHz	Oszillatorfrequenz des Rastoszillators MHz	Abgleichelement zum Einstellen der Regelspannung
18 - 19	39	L 1404
17 - 18	38	P 1712
16 - 17	37	P 1713
15 - 16	36	P 1714
14 - 15	35	P 1715
13 - 14	34	L 1405
12 - 13	33	P 1708
11 - 12	32	P 1709
10 - 11	31	P 1710
9 - 10	30	P 1711
8 - 9	29	L 1406
7 - 8	28	P 1704
6 - 7	27	P 1705
5 - 6	26	P 1706
4 - 5	25	P 1707
3 - 4	24	L 1407
2 - 3	23	P 1701
1 - 2	22	P 1702
0 - 1	21	P 1703

Tabelle 10-1

### 10.3.4. Trägeroszillator (16)

Frequenz über  $1 \text{ k}\Omega$  an TP 1602 und die Regelspannung am Testpunkt TP 1601 messen.

Frequenzeinstellung am SPM-6		Frequenz an TP 1602 MHz	Spannung an TP 1601 einstellen auf $+1,8 \text{ V}$ mit	Spannung an TP 1601 messen Sollwert
grob/MHz	fein			
0 - 1	Linksanschlag	24	L 1601	$+1,8 \text{ V}$
3 - 4	Rechtsanschlag	28,1	—	$< +11 \text{ V}$
4 - 5	Linksanschlag	28	L 1602	$+1,8 \text{ V}$
8 - 9	Rechtsanschlag	33,1	—	$< +11 \text{ V}$
9 - 10	Linksanschlag	33	L 1603	$+1,8 \text{ V}$
13 - 14	Rechtsanschlag	38,1	—	$< +11 \text{ V}$
14 - 15	Linksanschlag	38	L 1604	$+1,8 \text{ V}$
18 - 19	Rechtsanschlag	43,1	—	$< +11 \text{ V}$

Tabelle 10-2



### 10.3.5. Ausmessen des Ziehbereichs der Oszillatoren mit Phasenregelung zur Kontrolle des Abgleichs

Die Abschnitte 10.3.1. bis 10.3.4. enthalten Erfahrungswerte, auf die die Spannung an den Kapazitätsdioden eingestellt werden muß, damit sich für die Oszillatoren symmetrische Ziehbereiche ergeben. Sollen die Ziehbereiche jedoch ausgemessen werden, verfährt man wie folgt:

Der 1-MHz-Oszillator (11) wird außer Betrieb gesetzt, indem z. B. der Schwingquarz herausgezogen wird. Mit einem geeigneten Sender (z. B. PSM-5) speist man am Testpunkt TP 1102 ein 1-MHz-Signal von 0 dB ein. Die angelegte Synchronisierfrequenz wird variiert. Am Frequenzzähler wird beobachtet, in welchem Bereich der Synchronisierfrequenz der untersuchte Oszillator aus dem geregelten Zustand austrastet.

Bezogen auf eine Synchronisierfrequenz von 1 MHz ergeben sich die folgenden Ziehbereiche:

2,11-MHz-Oszillator (19)  $\Delta f \geq \pm 100 \text{ Hz}$

22-MHz-Oszillator (18)  $\Delta f \geq \pm 7 \text{ kHz}$

24-MHz-Oszillator (22)  $\Delta f \geq \pm 15 \text{ kHz}$

Rastoszillator	(14)	Frequenzbereichschalter in Stellung	$\Delta f$
		0 - 1 MHz	$\geq \pm 9,5 \text{ kHz}$
		3 - 4 MHz	$\geq \pm 8,3 \text{ kHz}$
		4 - 5 MHz	$\geq \pm 10 \text{ kHz}$
		8 - 9 MHz	$\geq \pm 8,6 \text{ kHz}$
		9 - 10 MHz	$\geq \pm 10 \text{ kHz}$
		13 - 14 MHz	$\geq \pm 8,8 \text{ kHz}$
		14 - 15 MHz	$\geq \pm 8,6 \text{ kHz}$
		18 - 19 MHz	$\geq \pm 7,7 \text{ kHz}$

Trägerszillator (16) (siehe 10.3.4.)

### 10.4. Frequenz der Pilotoszillatoren (13)

Erforderliches Meßgerät:

1 Frequenzzähler hp 5426 L

Der Frequenzzähler ist über einen Koppelkondensator von ca.  $0,1 \mu\text{F}$  an Punkt (15) 17 anschließen.

Der Pilotoszillator wird durch entsprechende Stellung des Frequenzbereichschalters am SPM-6 eingeschaltet.

Frequenzeinstellung für Pilot I mit C 1303, C 1305

Frequenzeinstellung für Pilot II mit C 1309, C 1311

Frequenzeinstellung für Pilot III mit C 1315, C 1317

Die Frequenz des Pilotoszillators liegt immer im Bereich 3 bis 4 MHz. Sie soll auf  $\pm 2$  Hz genau eingestellt werden.

Beispiel: Empfangsfrequenz 0,308 MHz    Oszillatorfrequenz 3,308 MHz

Empfangsfrequenz 12,435 MHz    Oszillatorfrequenz 3,435 MHz

Hinsichtlich der Genauigkeit gilt die gleiche Einschränkung wie für den 1-MHz-Oszillator.

#### 10.5. Frequenz des Interpolations-Oszillators (12)

Erforderliches Meßgerät:

1 Frequenzzähler hp 5426 L

Der Frequenzzähler ist am Steuerausgang 24 bis 42,6 MHz (Bu 2401) anzuschließen und die Empfangsfrequenz des SPM-6 auf 00,000 MHz einzustellen (Zählwerk). Danach wird die Oszillatorfrequenz mit dem unter dem Zählwerk befindlichen Knopf "Frequenzeichung" so eingestellt, daß die Anzeige am Frequenzzähler genau 24 MHz beträgt.

Als nächstes ist das Zählwerk durchzudrehen und auf 01,090 MHz einzustellen, ohne daß der Frequenzbereichschalter dabei betätigt wird.

Sollwert für die Frequenzanzeige am Zähler 25,090 MHz  $\pm 100$  Hz

Den Drehknopf "Frequenzeichung" vom Ausgangspunkt zum linken und zum rechten Anschlag drehen. Der vorhandene Mindestverstellbereich ist in beiden Richtungen jeweils größer als 1,5 kHz.

Liegt der Verstellbereich sehr unsymmetrisch, oder wird die oben geforderte Toleranz ( $\pm 100$  Hz) wesentlich überschritten, so ist ein neuer Abgleich des Interpolations-Oszillators erforderlich.



Abgleichvorschrift:

Der Drehknopf "Frequenzeichung" ist in die elektrische und der Trimmkondensator C 1202 (von unten zugänglich) in die mechanische Mittelstellung zu bringen; das Zählwerk steht auf 00,000 MHz.

Mit dem L-Grobabgleich (ragt nach hinten in das Gerät)<sup>1)</sup> wird die Frequenz  $f = 24,000$  MHz eingestellt. Das Zählwerk nun auf 1,090 MHz bringen.

Die Anzeige am Frequenzzähler ist  $f_1$ .

Danach unter Beachtung der Vorzeichen  $\Delta f$  ausrechnen:  $\Delta f = f_1 - 25,090$  MHz.

Mit dem Trimmer C 1202 die Frequenz auf  $f_2$  einstellen:  $f_2 = 25,090$  MHz  $- \Delta f$ .

Mit dem L-Grobabgleich die Frequenz  $f$  auf 25,090 MHz einstellen. Das Zählwerk nun auf 00,000 MHz bringen.

Die Frequenz mit dem L-Grobabgleich auf 24 MHz nachstellen.

Das Zählwerk auf 01,090 MHz bringen.

Sollwert der Frequenzanzeige 25,090 MHz  $\pm 100$  Hz.

Wird dieser Wert nicht eingehalten, dann muß der Abgleich wiederholt werden.

Achtung! Die Lamellen des Drehkondensators sollten nicht verstellt werden. Andernfalls ist mit einer Linearitätsverschlechterung der Frequenzeinstellung zu rechnen.

#### 10.6. Frequenz der Oszillatoren im Demodulator-Zusatz (26)

Erforderliches Meßgerät:

1 Frequenzzähler hp 5246 L

Dieser Frequenzzähler wird über einen Koppelkondensator 0,1  $\mu$ F an Ü 2601 Pkt. 2 angeschlossen.

Der Schalter S 2601 (an der Rückwand des SPM-6) kommt in die Stellung 2 ( $\nabla$ ).

Sollwert der Frequenz: 11,35 kHz  $\pm 25$  Hz. Die Frequenz kann an Ü 2602 korrigiert werden.

Nun den Schalter S 2601 in die Stellung 3 ( $\triangleleft$ ) bringen. Sollwert der Frequenz: 8,65 kHz  $\pm 25$  Hz. Die Frequenz läßt sich an Ü 2603 korrigieren.

---

<sup>1)</sup> Der Trimmer C 1202 ist mit einer Kontermutter festgestellt. Zum Abgleich Kontermutter lösen. Nach dem Abgleich Kontermutter wieder festziehen!

Erforderliche Meßgeräte:

1 Pegelsender	PS-6	W. u. G.
1 Eichleitung	Rel D 120	Siemens
1 Differenz-Voltmeter	881 A	Fluke
oder		
1 Digital-Voltmeter		
1 Widerstand	$10\text{ k}\Omega \pm 1\text{ ‰}$	

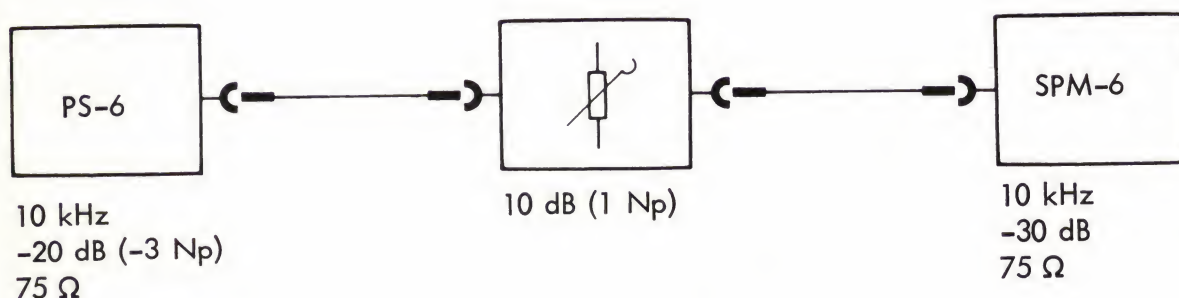


Bild 10-1

#### 10.7.1. Kontrolle

Siehe Kapitel 9. "NACHPRÜFEN WICHTIGER TECHNISCHER DATEN DES GERÄTS", Abschnitt 9.2.3. Skalenteilungsfehler.

#### 10.7.2. Abgleich

Der Abgleich soll nur durchgeführt werden, wenn die im Abschnitt 9.2.3. genannte Abweichung überschritten wird.

Mechanischen Nullpunkt einstellen: Den SPM-6 ausschalten; das Gerät in waagrechte Lage bringen und kontrollieren, ob der Zeiger des Pegel-Instruments auf die Mitte der Marke ▼ zeigt, die den mechanischen Nullpunkt angibt. Gegebenenfalls ist der Zeiger nachzustellen (Schraube unterhalb der Instrumentenskala).

Betriebsspannungen messen: Mit dem Digitalvoltmeter die Betriebsspannungen + 12 V und -12 V kontrollieren. Zulässige Abweichung  $\cong \pm 200\text{ mV}$ .



Gegebenenfalls mit P 2504 ( $2k\Omega$ ) im Spannungsregler nachstellen. Lassen sich nicht beide Spannungen auf den Sollwert bringen, so liegt im Gerät ein Fehler vor, der vor dem Abgleich der Logarithmierer beseitigt werden muß.

#### Abgleich "Logarithmierer $\times 1$ " :

Die Buchse Bu 901 im Klappchassis ist die Stellung "Messen" zu stecken.

Nach Entfernen des Anschlußdrahtes von (8) 15 einen Widerstand  $10 k\Omega \pm 1 \%$  zwischen (8) 15 und Masse einschalten. Mit dem Digitalvoltmeter die Spannung an (8) 15 messen. Die Sendespannung nun so einstellen, daß die Gleichspannung  $+6,927 V$  ist. Den Sendepiegel jetzt nicht mehr verändern!

Der  $10-k\Omega$ -Widerstand ist zu entfernen, und der Anschlußdraht an (8) <sup>15</sup> anzulöten. Nachdem der Anzeigebereich-Schalter in Stellung " $\times 1$ " (obere Skala) geschaltet wurde, ist die Dämpfung der Eichleitung um  $2,2 dB$  ( $0,25 Np$ ) zu erhöhen.

Die Anzeige mit P 809 auf:  $-2,2 dB$  ( $-0,25 Np$ ) einstellen.

Die Potentiometer P 804, P 802, P 811 in Mittelstellung bringen.

Nun die Dämpfung der Eichleitung um  $2,2 dB$  ( $0,25 Np$ ) verringern.

Mit P 810 die Anzeige auf  $0 dB$  ( $0 Np$ ) einstellen.

In folgender Reihenfolge wird der weitere Abgleich vorgenommen:

Abgleichelement	Anzeige
P 809	$(-2,2 \text{ bis } -1,5) dB$ bzw. $(-0,25 \text{ bis } -0,17) Np$
P 804	$(-1,5 \text{ bis } -0,9) dB$ bzw. $(-0,17 \text{ bis } -0,10) Np$
P 802	$(-0,9 \text{ bis } -0,3) dB$ bzw. $(-0,10 \text{ bis } -0,03) Np$
P 811	$(-0,3 \text{ bis } +0,3) dB$ bzw. $(-0,03 \text{ bis } +0,03) Np$

Tabelle 10-4

Der Abgleich muß so erfolgen, daß der auftretende Fehler zwischen den Skalenstrichen ausgemittelt wird.

#### Abgleich "Logarithmierer $\times 10$ " :

Der Sendepiegel bleibt so eingestellt wie beim Abgleich "Logarithmierer  $\times 1$ ". Der Anzeigebereichschalter ist in die Stellung " $\times 10$ " (untere Skala) umzuschalten.

Gegenüber der Einstellung bei  $0 dB$  ( $0 Np$ ) ist die Dämpfung der Eichleitung um  $22 dB$  ( $2,5 Np$ ) zu erhöhen.

Den Abgleich in folgender Reihenfolge vornehmen:

Abgleichelement	Anzeige	
P 808	(-22 bis -17) dB	bzw. (-2,5 bis -1,9) Np
P 807	(-17 bis -13) dB	bzw. (-1,9 bis -1,5) Np
P 806	(-13 bis - 9) dB	bzw. (-15 bis -1,0) Np
P 805	(- 9 bis - 5) dB	bzw. (-1,0 bis -0,5) Np
P 803	(- 5 bis - 1) dB	bzw. (-0,5 bis -0,1) Np
P 801	(- 1 bis + 3) dB	bzw. (-0,1 bis +0,3) Np

Tabelle 10-5

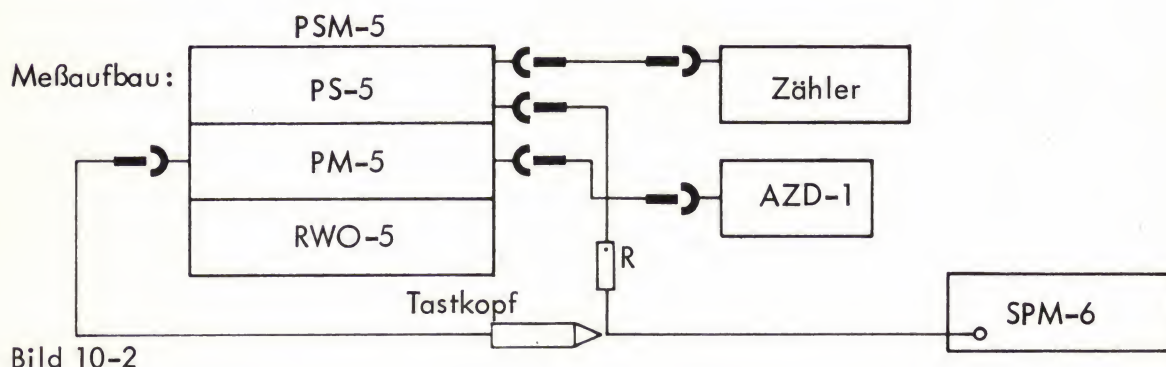
Nach Abschluß der Abgleicharbeiten ist die Buchse Bu 901 im Klappchassis in die Stellung "Betrieb" zurückzustecken.

#### 10.8. 10-kHz-Bandpaß, Abgleich (6)

Die Konstanz abgeglicher Filter ist erfahrungsgemäß so gut, daß hier lediglich für den 10-kHz-Bandpaß - er ist das Filter mit der kleinsten Bandbreite - eine Abgleichvorschrift angegeben wird. Das wichtigste Kriterium dabei ist, daß das Dämpfungsminimum bei genau 10,0 kHz liegt, bzw. daß die Dämpfung bei 10 kHz um nicht mehr als 1 mB (1 mNp) gegenüber der minimalen Dämpfung ansteigt.

Erforderliche Meßgeräte:

1 Pegelmeßplatz	PSM-5	W. u. G.
1 Anzeigedehner	AZD-1	W. u. G.
1 Frequenzzähler	5246 L	hp
1 Tastkopf	TK-8	W. u. G.





Das Gerät ausschalten. Klappchassis im SPM-6 hochklappen; Buchse Bu 601 von der Rückwand abschrauben; alle Lötbrücken von der gedruckten Schaltung 341 E (Mischer IV und 10 kHz Bandpaß) entfernen sowie den Kontaktstift an Punkt (6) 5 ziehen.

#### Abgleich "breit", Parallelkreise

Über einen Vorwiderstand von  $3\text{ k}\Omega$  ist am Meßpunkt (6) g ein 9,900-kHz-Signal von -30 dB einzuspeisen und an derselben Stelle mit dem verwendeten Tastkopf zu messen. Den Übertrager Ü 601 so abgleichen, daß eine maximale Anzeige am Pegelmesser entsteht. Dabei einen Anzeigedehner zu Hilfe nehmen.

Weitere Meß- und Speisepunkte	Maximumabgleich mit
(6) l	L 602
(6) m	L 604
(6) i	L 606

#### Abgleich "breit", Reihenkreise

Über einen Vorwiderstand von  $20\ \Omega$  ist am Meßpunkt (6) f ein 9,900-kHz-Signal von -30 dB einzuspeisen und an derselben Stelle mit dem verwendeten Tastkopf zu messen.

Die Punkte (6) l und (6) c sind zu verbinden.

Mit der Spule L 601 auf minimale Anzeige am Pegelmesser abgleichen. Die Meß- und Speisepunkte (6) k, (6) m mit (6) c verbinden, nun mit L 603 auf minimale Anzeige abgleichen.

Meß- und Speisepunkte (6) n, (6) i mit (6) c verbinden, Spule so abgleichen, daß minimale Anzeige entsteht.

Die Lötbrücken werden wieder eingesetzt, siehe Stromlaufplan (6). Der Stecker an (6) 5 ist wieder einzustecken.

#### Abgleich "schmal"

Die Brücke (6) a, (6) b ist zu schließen, und ein Signal von 10,050 kHz und -50 dB an Buchse Bu 601 einzuspeisen. Pegel mit Tastkopf an TP 702 messen. Das Gerät einschalten und den Bandbreiteschalter S 601 in die Stellung 0,4 kHz bringen.

Die Spulen L 607, L 608 und L 609 so abgleichen, daß man eine maximale Anzeige erhält; Abgleich wiederholen.

#### Kontrolle:

Filterkurven "schmal" (0,4 kHz) und "breit" (1,74 kHz) ausmessen. Wenn ein Sicht-



**Wandel u. Goltermann**

7410 Reutlingen, Postfach 259, Telefon 07121/3226, Telex 0729-833 wug d